



Økonomisk konsekvens ved ændret kvælstofregulering – med udgangspunkt i Limfjorden

Ørum, Jens Erik; Jacobsen, Brian H.

Publication date:
2013

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Ørum, J. E., & Jacobsen, B. H., (2013). *Økonomisk konsekvens ved ændret kvælstofregulering – med udgangspunkt i Limfjorden*, Nr. 030-0003/13-5480, 33 s., mar. 22, 2013. IFRO Udredning Nr. 2013/6

IFRO Udredning



Økonomisk konsekvens ved
ændret kvælstofregulering
– med udgangspunkt i Limfjorden

Jens Erik Ørum
Brian H. Jacobsen

IFRO Udredning 2013 / 6

Økonomisk konsekvens ved ændret kvælstofregulering – med udgangspunkt i Limfjorden

Forfattere: Jens Erik Ørum, Brian H. Jacobsen

Udarbejdet på foranledning af Natur- og Landbrugskommissionen i henhold til aftale mellem Fødevareøkonomisk Institut og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri om myndighedsberedskab

Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi

Københavns Universitet

Rolighedsvej 25

1958 Frederiksberg

www.ifro.ku.dk

Københavns Universitet
Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi (IFRO) (tidligere FOI)
Jens Erik Ørum og Brian H. Jacobsen

Økonomisk konsekvens ved ændret kvælstofregulering – med udgangspunkt i Limfjorden

Sammendrag

Individuelle miljøøkonomisk fastsatte kvælstofnormer til de enkelte bedrifter resulterer i en mere omkostningseffektiv regulering af kvælstofudledning til vandopland Limfjorden end anvendelse af simple normreduktioner. Det vurderes ikke, at nogle af de angivne modeller på forhånd kan udelukkes, men handel mellem oplande og mellem deloplande med forskellig retention kan ikke anbefales, da dette reducerer miljøeffekten betydeligt. Miljøøkonomiske normer vil betyde større forskel i værdien af N og derved øge incitamentet til omfordeling/handel mellem marker, bedrifter og oplande.

Udgangspunktet for analysen i dette notat er den nuværende normregulering, dog uden efterafgrøder og udtagning (randzoner) og et udledningsniveau på 23 kr. N pr. ha i Limfjordsoplandet.

Gevinsten ved et skift fra simple normreduktioner til en miljøøkonomisk bestemt kvælstofregulering (M2) er begrænset til ca. 10-15 kr. pr. ha ved det nuværende udledningsniveau. Årsagen er bl.a. at en række bedrifter både vinder og taber på omlægningen, hvorfor nettoresultatet på bedriftsniveau er begrænset. Det er således ca. 20 % af alle bedrifter, der vinder over 40 kr. pr. ha, mens 30 % taber på denne omlægning. Den miljøøkonomiske regulering øger den gennemsnitlige N-tildeling med ca. 4 kg N pr. ha, og den samlede gevinst i Limfjordsoplandet er ca. 6-7 mio. kr. årligt.

Bortfald af målrettede efterafgrøder og randzoner vil øge udledningen af kvælstof til vandopland Limfjorden med ca. 2 kg N pr. ha eller ca. 1.000 tons N. For at kompensere for dette vil det være nødvendigt enten at øge normreduktionen fra de nuværende 15 % til 28 % eller benytte miljøøkonomiske normer, hvor omkostningen (afgiften) på udledt kvælstof øges fra de "nuværende" 40 kr. til 72 kr. pr. kg kvælstof udledt til vandmiljøet. Gevinsten ved brug af miljøøkonomiske normer frem for simple normreduktioner udgør 23 kr. pr. ha. Den samlede reguleringsmæssige fordel for at nå et udledningsniveau på 21 kg N pr. ha vil udgøre ca. 20 mio. kr. for vandopland Limfjorden. Der er ikke regnet på en kombination, hvor alternative virkemidler indgår i stedet for miljøøkonomiske normer, men øget anvendelse af vådområder og energiafgrøder synes at være en omkostningseffektiv mulighed, da omkostningen er under 72 kr. pr. kg N i områder med lav retention.

For at nå kravet i Grøn Vækst skal udledningen reduceres til ca. 14 kg N pr. ha. Modelberegningerne har vist, at fordelen ved miljøøkonomiske normer i forhold til en normreduktion på 60 % udgør 283 kr. pr. ha. Denne fordel svarer til 140 mio. kr. for Limfjorden. Der kan her tildeles 33 kg N pr. ha mere ved brug af

miljøøkonomisk regulering fremfor normreduktioner, men niveauet er meget lavt henholdsvis 38 og 71 kg N pr. ha. Der vil således være betydeligt tab af kornkvalitet (protein), som ikke indgår i beregningerne. På arealer med høj retention er N-normen 120-140 kg N pr. ha med miljøøkonomisk regulering, mens den er meget lav på arealer med lav retention. Dette betyder, at forskellen mellem marginal merværdi af tilført N øges (10 og 16 kr. pr. kg N). Fordelen ved miljøøkonomiske normer øges således med reduktionskravet.

I analysen er de miljøøkonomiske normer kombineret med udtagning og efterafgrøder, hvor dette er miljøøkonomisk effektivt, dvs. hvor efterafgrøde/udtagning er billigere end yderligere normreduktion/øget afgift. Omfanget af efterafgrøder udgør 13 % med miljøøkonomiske normer og 17 % med brug af normreduktion. Efterafgrøderne er relativt ligeligt fordelt på alle jordtyper og retentioner. Der er ikke sket den stigning i fx dyrkning af ærter, som man kunne forvente, da der ses på hele sædskifter.

Udtagning og vedvarende græs forekommer i begge modeller på grovsandet jord med lav retention. Endvidere indgår også udtagning på lerjord, når der anvendes normreduktion. Der indgår en betydelig omlægning til vedvarende græsarealer ved brug af miljøøkonomiske normer. Den samlede udtagning udgør 25.000 ha (5 %) og omlægning til vedvarende græs udgør 100.000 ha (20 %) alene i Limfjorden.

I bestillingen fra Natur- og Landbrugskommissionen er forudsat en udtagning svarende til i alt 50.000 ha/75.000 ha. Konklusionen er, at der med brug af miljøøkonomiske normer inkl. brug af efterafgrøder og udtagning vil skulle ske en udtagning, der ligger noget over det niveau. Der er således miljøøkonomiske gevinster ved at øge udtagningen ud over det, som er anført i bestillingen.

Omkostningerne ved miljømæssige normer, inkl. efterafgrøder og udtagning vil yderligere kunne reduceres med anvendelse af virkemidler som energiafgrøder, vådområder og øget udnyttelse af husdyrgødning, men hvor meget det kan reducere omkostninger, er ikke analyseret nærmere.

Analyserne har vist, at der er en meget stor variation i omkostningerne ved en reduceret kvælstofudledning for de enkelte bedrifter, og det har stor betydning for bedrifterne med hhv. en høj eller lav retention, hvilken form for regulering der benyttes. Bedrifter med en høj retention vil således blive begunstiget af en tabskorrigeret, miljøøkonomisk fastsat kvælstofkvote, mens bedrifter med en lav retention vil foretrække en simpel normreduktion. Fordelen ved den miljøøkonomiske regulering stiger med reduktionskravet, ligesom forskellen vil være mest udtalt i oplande med stor heterogenitet i retentionen.

Tabskorrigerede, miljøøkonomisk fastsatte kvoter vil i modsætning til simple normreduktioner give landmanden et incitament til at justere arealanvendelsen, herunder anvendelsen af efterafgrøder og udtagning, så værdien er afvejet med omkostningerne ved den afledte udledning. Desto større variation i retentionen der er i et opland, desto større er den samlede samfundsøkonomiske gevinst ved at omlægge den nuværende normregulering til en tabskorrigeret, miljøøkonomisk normregulering.

Baggrund og formål

I forlængelse af tidligere analyser af den økonomiske og miljømæssige effektivitet af forskellige reguleringsmodeller for landbrugets kvælstofudledning til vandmiljøet udført for Kvælstofudvalget har Natur- og Landbrugskommissionen efterspurgt en mere detaljeret analyse.

Af bestilling og efterfølgende præcisering fremgår det, at der ønskes følgende analyser:

A) En umiddelbar vurdering af om en eller flere af de af Kvælstofudvalget foreslående modeller (M1 til M4) på forhånd kan vurderes at være vanskelige at implementere i praksis. Der er i notatet her taget udgangspunkt i M2, der er baseret på miljøøkonomiske normer, dvs. tildelingen er tilpasset efter afgrøde, jordtype og retention. Målepunktet er således tabet til vandmiljøet. Der er i notatet fra Brian Jacobsen (Jacobsen, 2013) en mere omfattende drøftelse af de forskellige modeller.

B) Der ønskes her en sammenligning mellem den udvalgte model (M2) og den nuværende normregulering før vandplanerne. Hvad er den økonomiske konsekvens af miljøøkonomiske normer, hvis målet er den samme N-udledning til vandmiljøet som i dag? Hvor meget øges tildelingen og produktionsværdien? Hvem taber og vinder på en sådan model? Konsekvenser bedes, så vidt det er muligt, angivet for type af bedrifter, jordtype m.m.

C) Som B) dog hvor effekten af målrettede efterafgrøder og randzoner også opnås ved miljøøkonomisk regulering af tabet. Hvad koster det at bruge miljøøkonomiske normer (M2), fremfor krav om efterafgrøder og randzoner som foreslået i vandplanerne? Kan efterafgrøder og udtagning give mening på udvalgte arealer?

Tabel 1. Oversigt over scenarier og mål for udledning af N til Limfjorden

Opgave	Mål	Model og virkemidlerne	Mål for udledning af N til Limfjorden
0	Udgangspunkt før vandplaner		Ca. 12.920 tons N
B	Nuværende regulering før vandplaner set overfor model 2	Norm M2	Ca. 12.920 tons N
C	Nuværende regulering + målrettede efterafgrøder og randzoner	Norm M2+efterafgrøder+udtagning	Ca. 11.830 tons N
D	Nuværende regulering inkl. efterafgrøder og randzoner + 10.000 tons N nationalt	Norm M2 M2 + efterafgrøder + udtagning M2 + efterafg.+udtagning + alt. Virkemidler (se bilag 1).	Ca. 7.980 tons N

Noter:

1) I opgave C indgår ikke alle virkemidler i vandplanerne (vådområder m.m.), hvorfor der mangler en effekt på 1.085 tons N. Fokus er på meromkostningen i forhold til beregnede omkostninger ved randzoner og efterafgrøder. Målet i vandplanerne er 10.750 tons N.

2) De alternative virkemidler er dem, som er mest omkostningseffektive for Limfjorden som fundet i en analyse af en reduktion med 10.000 tons N (Jacobsen, 2013).

D) Der indføres nu en regulering, der svarer til udledningsniveauet i C, men dog med en yderligere 10.000 tons N på landsplan svarende til målene i Grøn Vækst. Det vurderes først, hvad det koster at nå dette alene med brug af miljøøkonomiske normer. I næste trin D2 introduceres alternative virkemidler (efterafgrøder og udtagning), som gør det billigere at nå målet for de bedrifter, der rammes hårdest af normændringer. Ønsket fra Natur- og Landbrugskommissionen er, at der i denne analyse udtages ca. 10.000 ha henholdsvis 15.000 ha i Limfjorden frem mod 2027. Udtagningen foretages som a) udtagning af gennemsnitsarealer eller b) udtagning af arealer, hvor effekten i forhold til vandmiljø er højest. De virkemidler, der indgår, tænkes anvendt med en effekt og i et omfang som angivet i en analyse af en national reduktion på 10.000 tons N (Jacobsen, 2013) (se bilag 1).

Det diskuteres senere i dette notat, hvilke andre virkemidler (bilag A), det ville være relevant at inddrage, for at de samlede omkostninger bliver lavere, end hvis der alene var tale om en normregulering baseret på miljøøkonomiske normer. Analysen indeholder ikke en fuld vurdering af alle de reguleringsmodeller og varianter, der er skitseret i notat fra Kvælstofudvalget (Finansministeriet, 2012).

A. Umiddelbar modelvurdering

De fire modeller, som er beskrevet i Notat fra N-udvalget er alle relevante, og der er ingen, der på forhånd kan udelukkes fuldstændigt.

M1: Differentieret driftsøkonomisk normmodel

M2: Miljøøkonomisk normmodel (samme værdi for udledt N over alt)

M3: Differentierede omsættelige kvoter baseret på M1 eller M2

M4: Udvaskningskvotemodell

Modellerne M1 og M2 tillader ikke omsættelighed, mens denne mulighed er til stede i M3 og M4. Det er vurderingen, at omsættelighed som angivet i M3 og M4 er muligt og kan overvejes, så længe det foregår inden for under-vandoplande med samme retention eller inden for samme hovedvandopland. Omsættelighed på tværs af hovedvandopland vurderes at stride imod formålet med vandrammedirektivet, der netop er forbedring af alle vandoplande. Omsættelighed på tværs af under-vandoplande med forskellig retention fjerner grundlaget for en omkostningseffektiv regulering af kvælstofudledning til vandmiljøet.

Overordnet set opfattes M2 som grundmodellen, mens M1 kan betegnes som en forenkling af M2-modellen. Der kan således være datamæssige eller administrative forhold, der gør, at M1 er at foretrække fremfor M2, mens M2 som udgangspunkt ud fra miljøøkonomiske principper må antages at være mere effektiv og således vil betegnes som den mest omkostningseffektive løsning, hvis den er mulig at implementere. På samme måde vurderes M4 at være en variation over M2, hvor udgangspunktet i stedet er en egentlig opgørelse af N-tabet til vandmiljøet og med inddragelse af de andre muligheder, som bedriften har. M4 kan således betegnes som M2 med flere fleksible muligheder. Om tildelingen opgøres som tildelingskvote eller kvote for udvaskning til vandmiljøet, vil være uden betydning, forudsat at omregningsfaktoren mellem tildelt N og udledt N til vandmiljøet er den samme. På den baggrund er de videre analyser alene foretaget på M2-modellen, hvor der dog analyseres, hvilken økonomisk betydning yderligere lokal fleksibilitet vil have, og herunder hvilket incitament til handel der vil være lokalt. Det er

muligt i stedet for lavere norm at vælge en række alternative virkemidler, som fx energiafgrøder, randzoner og efterafgrøder, for at sikre en effektiv lokal tilpasning til kravene.

B. Regulering på baggrund af miljøøkonomiske normer (M2) set i forhold til nuværende regulering

De tidligere analyser har vist, at forskellen i effektiviteten af reguleringsmodellerne og betydningen af muligheden for at handle med kvoterne i allerhøjeste grad afhænger af graden af homogeniteten med hensyn til jordtyper, retention og vandopland i det område, delvandopland, vandopland eller hele landet, der analyseres. Det ønskes derfor, at de mere detaljerede analyser for Natur- og Landbrugskommissionen skal baseres på et konkret vandopland med en stor variation i homogeniteten for bonitet og retention. Det er derfor valgt at gennemføre analyserne for vandopland Limfjorden, der er landets største vandopland og kendetegnet ved en meget stor variation i jordtyper og retention. Modellen har tidligere været præsenteret for sekretariatet og kommissionen.

Finn Vinther og Inge T. Kristensen, Agroøkologi, AU har bidraget med hhv. udvasknings- og geodata, der har været essentielle for gennemførelsen af analyserne. Anvendelsen af de leverede data, analyserne og nærværende notat er imidlertid alene Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomis ansvar.

Data og metode

Analyserne er baseret på et dyrket areal i oplandet til Limfjorden, inklusive vedvarende græs og brak, på godt 500.000 ha. Brak indgår, da der i udgangspunktet er anvendt sædskiftedata fra 2006-2011, hvor der i 2009 var ca. 10.000 ha brak i Limfjordsoplandet. I analysen indgår direkte data for ca. 460.000 ha af de ca. 500.000 ha.

Oplandet er opdelt på 152 delvandoplande med et gennemsnitligt areal på 3.400 ha. Det mindste delvandopland er på ca. 7 ha, det største er på 25.000 ha, og 15 delvandoplande er på mere end 10.000 ha. Der er godt 11.000 bedrifter (ansøgere til hektarstøtte), der kan opdeles i godt 23.000 enheder, når bedrifterne nedbrydes med hensyn til bonitet og retention. Der er en meget stor spredning i bedrifternes størrelse. Den mindste bedrift er på 1,1 ha, medianen er 17 ha, gennemsnittet er 45 ha, og den største er på 1.574 ha. I alt 1.531 bedrifter er større end 100 ha og 29 bedrifter er større end 500 ha.

Arealanvendelse og sædskifte for de enkelte bedrifter er baseret på analyser af hektaransøgningerne 2006-2011. Udbyttetab og omkostninger er beregnet ved anvendelse af et tilpasset ad-hoc modelapparat udarbejdet af Fødevarerøkonomisk Institut til brug for miljøøkonomiske analyser for bl.a. Kvælstofudvalget (Ørum 2012a, Ørum 2012b og Ørum et al 2012). Beregningerne er desuden baseret på markblokkort 2011 (Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri) og Kort over jordbundstyper (DJFgeodata) samt udvaskningssammenhænge beskrevet i Vinther (2011 a, b, c).

Modellen opererer med kun 12 afgrøder, hhv. Bælgsæd (ærter), Grøntsager, Kartofler, Roer, Vinterraps, Frøgræs, Majs, Sædskiftegræs, Vintersæd og Vårsæd, Vedvarende græs og Brak, der benyttes som basis for 16 afgrødevarianter og 13 sædskiftekomponenter. Der skelnes mellem vårsæd (vårbyg) og vintersæd (vinterhvede) dyrket efter hhv. korn og andre afgrøder end korn. For vårbyg er vårbyg efter sædskiftegræs en ekstra variant. Modellen opererer med fem jordtyper, JB1, JB234, JB56, JB 78 og humusjorde (JB99). Modellen understøtter udbytte og udvaskning fra efterafgrøder, lavbundslande (humus) med hhv. høj eller

lav denitrifikation samt fra områder med høj/lav husdyrintensitet samt udtaget jord. Særlige effekter og regulering knyttet til harmonikrav, vanding, økologi og jordbearbejdning understøttes derimod **ikke** i modellen og indgår derfor ikke indgår i analyserne.

I forhold til tidligere analyser for Kvælstofudvalget er afgrødepriser, kvælstofpris og kvælstofresponsfunktionerne blevet opdateret og kalibreret, så de bedst mulig afspejler kvælstofnormen 2011/12, med antagelse af en kvælstofpris på 8,50 kr. pr. kg N og en kornpris på 122 kr. pr. hkg kerne. Det er antaget, at de nuværende normer for alle afgrøder svarer til en reduktion på 15 % i den driftsøkonomisk optimale tildeling af kvælstof.

I forhold til tidligere notater er funktionaliteten for kvælstofudvaskning og den relative effekt af kvælstoftildeling bevaret, men parametrene er finjusteret, så udvaskning fra rodzonen med de nuværende kvælstofnormer i gennemsnit er 55 kg N pr. ha for alle afgrøder, boniteter og klimazoner, dog således at den gennemsnitlige udvaskning fra frøgræs og sædskiftegræs er 25 kg N. For hvede og vårbyg efter en god forfrugt er udvaskningen hhv. 65 og 75 kg N pr. ha, dog 120 kg N pr. ha for vårbyg efter sædskiftegræs.

I modelberegningerne opgøres jordrente og dækningsbidrag, lige som i produktionsgrenstatistikken (Danmarks Statistik 2012), uden indregning af enkeltbetalingerne (EU støtten). Dækningsbidraget er, lige som i produktionsgrensstatistikken, defineret som dækningsbidrag efter fradrag af omkostninger I, II og III. Der er i basisscenariet benyttet en gennemsnitlig jordrente på 800, 1.800, 2.300, 1.700 og 2.000 kr. pr. ha for hhv. grovsandet jord, finsandet jord, sandet lerjord, lerjord og lavbundslande. Størrelsen af jordrenten har fx betydning for størrelsen af det tab eller tilskud, der skal til, før landmanden vælger at udtage jorden.

Det antages, at landmanden er en økonomisk rationel beslutningstager, der har fuld viden om udbytterespons for kvælstof og altid vil søge at omfordele den tildelte kvote til afgrøderne med henblik på at opnå det maksimale økonomiske udbytte for det samlede areal. I modellen antages det, at produktionsomkostningerne pr. ha øges, når én afgrøde skal dyrkes på en relativt større andel af et begrænset areal, hvorimod omkostninger pr. ha eller kg. afgrøde kan reduceres, når det samlede dyrkede areal øges.

De strukturelle forhold kan have stor betydning for omkostninger og effektivitet af en regulering, men indgår ikke eksplicit i modelberegningerne. Det gælder således, at de små bedrifter har væsentligt færre afgrøder i deres arealanvendelse end de store bedrifter. Ved optimering af arealanvendelsen gives der kun adgang til at inddrage en ny afgrøde i forhold til det observerede antal afgrøder 2006-2011. Kun bedrifter, der tidligere har dyrket grovfoder, kartofler og grøntsager, kan fortsat dyrke disse afgrøder, og der er lagt en barriere (en afgift) på 100 kr. pr. ha for tilgang af øvrige nye afgrøder. De store bedrifter og bedrifter med grovfoderafgrøder har dermed, lige som også i praksis, langt større og billigere tilpasningsmuligheder end de mindre bedrifter.

Ved en væsentlig reduktion i kvælstoftildelingen eller krav om øget udtagning af jord kan det være et problem at skaffe tilstrækkeligt grovfoder til kvægholdet. Grovfoder kan i modsætning til andre afgrøder og foderemner ikke transporteres og handles over store afstande. En hård regulering kan på længere sigt betyde, at kvæg- og mælkeproduktion vil reduceres i områder med en hård regulering. Ved en knap så hård

regulering kan det derimod være fordelagtigt at øge produktionen af grovfoder, særligt med kløvergræs og vedvarende græs. I nærværende modelberegninger fastholdes kvægproduktionen (modellen kan ikke andet), men det er sikret, at der i de enkelte lokalområder, defineret som under-vandoplande, produceres hverken mere eller mindre grovfoder end i perioden 2006-2011. Produktionen opgøres i foderenheder, og der beregnes en grovfoderpris for hver enkelt af de godt 150 under-vandoplande. Modellen giver således gode muligheder for at substituere et vilkårligt grovfoder med grovfoder produceret med majshelsæd, foderroer, sædskiftegræs og vedvarende græs til markedsbestemte priser på en vilkårlig bedrift i nabolaget.

I udgangsscenariet (BASIS) opretholdes arealanvendelsen 2006-2011, men efterafgrøder og udtagning til brak er stort set ophørt. Endvidere sikres det, at den samlede produktion af kvægfoder i de enkelte under-vandoplande fastholdes. Brak og efterafgrøder reduceres fra 10.000 ha (2 %) og 25.000 ha (6 %) til hhv. 2.000 ha udtagning og 1.000 ha med efterafgrøder svarende til mindre end 1 % af arealet. Arealet med især vintersæd, raps og vårsæd uden efterafgrøder er øget tilsvarende og samlet set er vårsæd er gået tilbage fra 12 % (halvdelen med efterafgrøde) til 8 %.

I modellen beregnes kvælstofkvoter efter to forskellige principper, benævnt reducerede normer (RED) og miljøøkonomisk beregnede normer (MJØ). De reducerede normer fremkommer ved en "grønthøster"-reduktion i de nuværende kvælstofnormer. De nuværende normer er 15 % under den driftsøkonomisk optimale tildeling. De miljøøkonomiske normer (MJØ) er beregnet på en måde, så den marginale nettogevinst ved at tilføre mere kvælstof til afgrøden netop opvejer den marginale meromkostning ved udledning af kvælstof til vandoplandet. De reduktioner i kvælstofkvoterne, der fremkommer ved en simpel reduktion af de nuværende normer, omtales som simple normreduktioner, mens de reduktioner, der fremkommer ved en tabskorrigeret miljøøkonomisk tilgang, omtales som miljøøkonomiske normreduktioner.

Når de nuværende ansøgere til kvælstofkvote opdeles på hovedjordtyper og under-vandoplande giver det ca. 12.000 enheder, der skal beregnes kvoter, udledning og økonomi. Det er imidlertid valgt at slå alle små bidder af jord (mindre end 5 ha) sammen pr. hovedjordtyper og under-vandopland. Herved kan antal beslutningstagere reduceres til godt 6.000. Mange af disse beslutningstagere er en og samme bedrift, der har flere jordtyper, og modellen sikrer, at bedriftens samlede kvælstofkvote fordeles økonomisk optimalt til alle bedriftens afgrøder på tværs af jordtyperne.

I modellen kan landmandens adfærd, herunder tilpasning af arealanvendelsen, udtagning og brug af efterafgrøder, kun styres med økonomiske virkemidler i form af kvælstofkvoter samt tilskud og afgifter på afgrøder, efterafgrøder og udtagning. Tilskud og afgifter samt eventuelt prisjustering på grovfoder får landmanden til at ændre adfærd, og dette indgår i objektfunktionen ved optimering af arealanvendelsen, men justeringerne indgår ikke i den efterfølgende beregning af produktionsværdi og landmandens dækningsbidrag. Ved fx en øget udtagning af jord har landmanden reageret, som om der gives tilskud, men tilskuddet kommer så at sige ikke til udbetaling. På den måde er der god sammenhæng mellem landmandens tab og de samfundsøkonomiske tab.

Det skal bemærkes, at det er modellens opgave at belyse de økonomiske og miljømæssige effekter af den økonomisk rationelle landmands tilpasning til kvoter og andre økonomiske virkemidler. Det er modellens

styrke, at den kan komme med forslag til efterafgrøder og udtagning, hvor det er samfundsøkonomisk rationelt; men man kan ikke gennemtvinge en bestemt arealanvendelse med modellen. Når der fx ændres på tilskuddet til udtagning, vil det automatisk medføre en tilpasning af den samlede arealanvendelse. Man kan derfor ikke blot ændre på incitamenterne til udtagning eller efterafgrøder, uden at de også har en krydseffekt på den resulterende andel udtagning og efterafgrøder.

Hvad betyder en ny model når N-udvaskning til vandmiljøet er den samme?

Den nuværende regulering er baseret på normer der er 15 % under driftsøkonomisk optimum for alle afgrøder (M0). Med den nuværende regulering er der beregnet en udvaskning på 10.800 tons N fra hele vandoplandet svarende til en udvaskning på 21,3 kg N pr. ha. Denne beregnede udvaskning er ikke langt fra den udvaskning, der indgår i vandplanerne (12.900 tons N), når der tages hensyn til lidt større areal, (60.000 ha), anvendelse af husdyrgødning og udeladelse af vedvarende græs.

For basisscenariet, hvor der stort set ikke anvendes udtagning (brak) og efterafgrøder, er der med de nuværende kvælstofnormer beregnet en udvaskning på ca. **23 kg N pr. ha.**

En miljøøkonomisk bestemt kvælstofkvote vil altid give en lige så god eller bedre samfundsøkonomisk effekt på udvaskningen end de nuværende kvælstofkvoter. Det er beregnet, at en miljøøkonomisk kvælstofkvote baseret på en afgift på **40 kr. pr. kg N udledt til vandoplandet**, dvs. kvælstof udvasket fra rodzonen, men reduceret med retentionen, giver samme udvaskning til vandopland Limfjorden som de nuværende kvoter med 15 % normreduktion. Denne afgift vil altså også give en uændret kvælstofudledning til vandmiljøet på ca. **23 kg N pr. ha.**

Ved at benytte en miljøøkonomisk kvælstofkvote kan nettoudbyttet, dvs. produktionsværdi minus omkostninger til kvælstofgødning, for hele vandoplandet øges med i gennemsnit **13 kr. pr. ha.** En miljøøkonomisk regulering vil medføre en økonomisk fordel for bedrifter, der har en høj retention (plus 40 kr. pr. ha), mens bedrifter med en lav retention vil opleve et økonomisk tab (minus 40 kr. pr. ha). For den nuværende kvælstofnorm er der beregnet en værdi (skyggepris) af kvælstofkvoten på ca. 3 kr. pr. kg N. Med en miljøøkonomisk tildeling vil værdien af kvælstofkvoten variere mellem 0 kr. og 5 kr. pr. kg N for hhv. en høj og en lav retention.

C) Brug af miljøøkonomisk model til at nå samme effekt som opnået ved randzoner og målrettede efterafgrøder

I dette scenarie er udgangspunktet den nuværende regulering (B), hvorefter alternativer til at opnå samme effekt som randzoner og målrettede efterafgrøder giver i vandplanerne. På landsplan bidrager randzoner og efterafgrøder med henholdsvis 2.500 tons N og 1.700 tons N.

Omfanget af randzoner i Limfjorden er skønnet at være 1,9 % af landbrugsarealet ($50.000 \text{ ha} / 2.667.000 = 1,9 \%$). Dette svarer til 10.000 ha. i Limfjorden. Effekten på 50 kg N/ha er den gennemsnitlige nationale effekt baseret på en retention på 0 %, da arealet er beliggende nær vandløbet. Effekten af randzoner i Limfjorden er således anslået til $10.000 \text{ ha} * 50 \text{ kg N/ha} = 500 \text{ tons N}$.

Effekten af de målrettede efterafgrøder er 11,3 kg N/ha i Limfjorden, mens landsgennemsnittet er ca. 12 kg N/ha. Der indgår 52.000 ha efterafgrøder i Limfjorden (Jacobsen, 2012). Effekten af disse tiltag er derfor anslået til 590 tons N. Anvendelse af randzoner og efterafgrøder vil således samlet reducere tabet til vandmiljøet i Limfjorden med 1.090 tons N eller 2,4 kg N pr. ha i hele oplandet.

Det er i relation til vandplanerne vurderet, at omkostningen for at nå dette udgør ca. 30 mio. kr. for efterafgrøder (ca. 580 kr. pr. ha) og ca. 21 mio. kr. i kompensation for randzoner (ca. 2.100 kr. pr. ha) (Jacobsen, 2013). Samlet koster tiltagene således 51 mio. kr. i Limfjorden svarende til ca. 45 kr. pr. kg N. Der vil for en del af de bedrifter, der er lokaliseret i Limfjorden, være tale om højere omkostninger pr. ha end angivet her, men der vil også være bedrifter, der vil have mindre tab (Jacobsen, 2013). Dette er det niveau for omkostninger, der indgår i vandplanskravene, men det er vigtig at understrege, at omkostningerne i ovennævnte analyse (Jacobsen, 2013) er foretaget under andre forudsætninger, hvorfor resultaterne ikke direkte kan sammenlignes med resultaterne i dette notat.

Spørgsmålet er herefter, hvor meget en sådan reduktion koster med anvendelse af miljøøkonomiske normer eventuelt kombineret med andre virkemidler, hvor det giver bedst mening.

Tabel 2. Bergenet og modellerede omkostninger ved forskellige modeller som alternativer til randzoner og efterafgrøder

Beskrivelse	Effekt (tons N)	Omkostning (mio. kr.)	Omkostning (kr. pr. ha)	Kr. pr. kg N
Normreduktion i stedet for efterafgrøder og randzoner	Ca. 1.000	40	79	40
Miljøøkonomiske normer	Ca. 1.000	28	56	28

Note: Opregning er her foretaget med 500.000 ha

Modelberegninger viser, at det i gennemsnit er **23 kr. pr. ha** billigere at anvende miljøøkonomiske normer frem for reducerede normer for at reducere udledningen med 2,3 kg N pr. ha (fra 22,9 til 20,6) hvilket svarer til effekten af efterafgrøder og udtagning. Reduktionen kræver, at normreduktionen skal øges fra de nuværende 15 % til 26 % eller den kalkulerede afgift på udledt kvælstof skal øges fra 40 til 67 kr. pr. kg N. (se nærmere i tabel D1). I analysen tillades ikke udtagning og efterafgrøder selv på de arealer, hvor det giver økonomisk mening. Der indgår ikke andre virkemidler i analysen.

Da den miljøøkonomiske regulering i forvejen er 13 kr. pr. ha billigere, vil en miljøøkonomisk regulering til en udledning på 20,6 kg N medføre, at denne gevinst øges til 37 kr. pr. ha. Dette svarer til 18,5 mio. kr. for Limfjorden.

Analysen indikerer, at det også vil være billigere end med brug af de virkemidler (efterafgrøder og randzoner), som er indregnet i vandplanerne, selvom placeringen kan være anderledes. Ikke alle

omkostninger ved lavere N-normer (fx reduceret proteinværdi) indgår i analysen. Der er her ikke indregnet brug af andre virkemidler (fx energiafgrøder), men det må antages, at det kunne reducere omkostningerne yderligere.

Der er i bilag C givet eksempler på omkostningseffektivitet og fordelingsmæssige aspekter ved en reduktion af udledningen til 21 kg N pr. ha med simple og miljøøkonomiske normreduktioner i kombination med efterafgrøder og udtagning. Det fremgår her, at der med udtagning af 21 % af arealet kan opnås en N-norm pr. ha (143-146 kg N pr. ha) og der opnås en indtjening der ligger 227 kr. pr. ha over den situation, hvor hele reduktionen opnås med normtilpasning (normen reduceres med 26 %). Udtagningen støttes med en sats, der svarer til den værdi af N reduktion, som gælder for det scenarie. Støtten på ca. 1.000 - 1.500 kr. pr. ha kan virke lav, men her skal man tænke på, at bedrifternes N-kvote i nogle sammenhænge også vil være reduceret betydeligt, hvorfor indtjeningen fra disse arealer er lav. Netop på disse jorde vil tilbuddet om udtagning være attraktivt.

Ved et udledningsniveau på 21 kg N pr. ha viser analysen, at der ved brug af en miljøøkonomisk normreduktion kan tildeles ca. 3-4 kg N pr. ha mere end ved brug af simpel normreduktion. Dette svarer til 0-40 kr. pr. ha, alt efter hvordan udtagning og efterafgrøder indgår (se tabel C.1). Desto større udtagning der indgår desto mindre forskel er der mellem de anvendte modeller. Det viser også, at målrettet udtagning og brug af efterafgrøder giver en økonomisk gevinst i forhold til brug af normer/miljøøkonomisk regulering.

D) 30 %-reduktion af udvaskningen via M2 eller M2 og alternative virkemidler

En reduktion med yderligere 10.000 tons N nationalt vil for Limfjorden betyde en yderligere reduktion på 3.770 tons N ud over det, som er indeholdt i vandplanerne. Samlet er der tale om et reduktionskrav på 46 % i forhold til udvaskningen til vandmiljøet før vandplanerne. Udvasningen i udgangspunktet var ifølge vandplanerne 12.922 tons N, og målet er et niveau på 6.978 tons N, hvoraf vandplanerne indeholdt de 2.174 tons N. **Målet i disse beregninger er en udledning på ca. 14 kg N pr. ha.**

Det er i en anden analyse med brug af en række virkemidler vurderet, at omkostningen ved at opnå en sådan en reduktion udgør 300-400 mio. kr. alt efter om det er muligt at foretage en retentionsbestemt placering af virkemidlerne (Jacobsen, 2012). Omkostningen udgør altså ca. 75 kr. pr. kg N, når virkemidler kan placeres og 98 kr. pr. kg N, når der anvendes den gennemsnitlige retention i Limfjorden (se også bilag A). Igen skal det påpeges, at der ikke direkte kan foretages sammenligninger, men at de udvalgte virkemidler i bilag 1 og deres omkostningseffektivitet kunne bruges som en grov rettesnor til en vurdering af, hvilke fleksible virkemidler der kunne være relevante at anvende sammen med en ny normregulering.

Der er i bestillingen indlagt et ønske om en national udtagning på henholdsvis 3.500 ha årligt eller 5.000 ha årligt, set over en horisont på ca. 15 år svarende til en samlet udtagning på henholdsvis 50.000 ha og 100.000 ha. For Limfjorden svarer dette til en udtagning på henholdsvis 10.000 og 15.000 ha.

I det følgende (tabel 3) vises et eksempel på en udledning på 14 kg N pr. ha ved hjælp af en simpel normreduktion i kombination med 17 % efterafgrøder og 7 % udtagning samt en miljøøkonomisk normreduktion i kombination med 13 % efterafgrøder og 5 % udtagning. Det skal dels bemærkes, at eventuelle tilskud til udtagning og efterafgrøder ikke indgår i de viste dækningsbidrag, dels bemærkes at

tilskud til udtagning er netto, eksklusive eventuelle vedligeholdelsesomkostninger. Den gennemsnitlige fordeling på jordtyper og retentionsklasser (tabel 3) er baseret på en optimeret arealanvendelse, hvor der anvendes en kombination af udtagning og efterafgrøder; se nærmere i bilag 3, hvor X2-9 belyser incitamenterne bag disse resultater samt de fordelingsmæssige aspekter af reguleringen.

Det fremgår af tabellen, at sandjorde jb2-4 med en retention i intervallet 33-66 og 66-99 % og med en arealandel på 25,7 % og 30,7 % udgør de største andele af landbrugsarealet i vandområde Limfjorden. Med miljøøkonomiske kvoter anvendes i gennemsnit færre efterafgrøder (13 %), mindre udtagning (5 %) og væsentligt mere vedvarende græs (20 %). Der kan ligeledes tildeles mere kvælstof (71,2 kg N pr. ha) og udledes den samme mængde kvælstof (13,9 kg N pr. ha) som med en simpel normreduktion på 60 %.

Det fremgår ligeledes af tabel 3, at der med miljøøkonomiske kvoter opnås en lavere gennemsnitlig værdi af kvælstofkvoterne (10,60 kr. pr. kg N) samt et højere dækningsbidrag (802 kr. pr. ha) sammenlignet med en simpel normreduktion på 60 %, hvor dækningsbidraget er opgjort til 519 kr. pr. ha. Gevinsten ved de miljøøkonomiske normer kan således opgøres til **283 kr. pr. ha**. Det fremgår, at kvoten bliver **31 kg N pr. ha højere ved brug af miljøøkonomiske normer**. Gevinsten varierer med omfang af efterafgrøder og udtagning som også illustreret i tabel D.2.

Tabel 3. Udvalgte effekter af en regulering af udledning til vandområde Limfjorden til ca. 14 kg N pr. ha med henholdsvis miljøøkonomisk bestemte kvælstofkvoter (MJØ) og en simpel normreduktion (RED) fordelt på jordtyper og retentionsklasser.

Jordtype			Retent.		Andel		Efterafgrøde (arealandel)		Udtagning (arealandel)		Vedv. græs (arealandel)		Kvote (kg N pr. ha)		Udledning (kg N pr. ha)		Kvoteværdi (kr. pr. kg N)		DB2 (kr. pr. ha)	
							MJØ	RED	MJØ	RED	MJØ	RED	MJØ	RED	MJØ	RED	MJØ	RED	MJØ	RED
Vgt. gns. hele oplandet:							13%	17%	5%	7%	20%	7%	71,2	38,3	13,9	13,8	10,6	15,5	802	519
Grovsand	0-33	0,9%	3%	15%	43%	35%	46%	5%	33,7	25,0	18,4	27,9	21,1	14,1	-472	-234				
	33-66	4,2%	11%	15%	36%	34%	30%	3%	35,3	24,9	14,8	18,5	15,3	14,3	-66	-88				
	66-99	13,2%	9%	13%	19%	33%	6%	2%	72,8	26,5	10,8	7,9	6,2	13,7	266	3				
	100	0,5%	8%	13%	10%	30%	7%	5%	120,0	29,3	0,0	0,0	0,0	13,8	432	110				
jb24	0-33	3,1%	17%	18%	2%	0%	49%	6%	49,9	39,8	22,1	30,2	19,2	15,9	207	463				
	33-66	25,7%	18%	20%	0%	0%	33%	3%	57,7	40,2	18,9	21,7	15,7	16,0	522	512				
	66-99	30,7%	11%	18%		0%	7%	4%	96,0	40,9	11,7	9,1	6,6	15,4	1.137	550				
	100	1,3%	11%	18%			1%	2%	131,5	39,3	0,0	0,0	0,0	16,1	1.342	576				
jb56	0-33	0,6%	13%	17%			43%	20%	65,4	44,1	20,6	22,5	17,8	19,7	880	750				
	33-66	6,6%	14%	17%		0%	31%	18%	76,2	44,9	18,3	17,6	15,1	20,1	1.147	730				
	66-99	2,0%	10%	16%		0%	6%	15%	121,8	47,3	9,6	6,6	5,6	19,4	1.648	787				
	100	1,0%	11%	15%			1%	14%	139,1	44,2	0,0	0,0	0,0	19,5	1.777	825				
LER	0-33	0,2%	10%	16%	1%	20%	38%	23%	84,2	44,6	18,0	15,4	17,2	20,6	389	329				
	33-66	1,7%	9%	13%	1%	19%	28%	23%	100,3	50,4	15,4	12,2	13,6	19,6	633	399				
	66-99	0,2%	9%	11%		18%	7%	15%	131,8	54,9	7,4	5,0	5,2	15,8	930	585				
	100	0,2%	10%	10%		17%	11%	26%	144,0	44,7	0,0	0,0	0,1	19,4	1.051	374				
Humus	0-33	0,2%	9%	18%			59%	26%	22,8	36,6	21,8	27,6	16,6	12,4	1.224	1.442				
	33-66	3,2%	12%	19%			48%	20%	27,7	34,1	17,2	21,1	15,9	11,7	1.273	1.450				
	66-99	4,5%	12%	17%			24%	21%	53,6	35,4	9,5	8,7	6,4	11,0	1.631	1.449				
	100	0,0%	12%	18%			3%	9%	78,8	25,4	0,0	0,0	0,1	14,9	1.638	1.264				

Konklusionen er, at der med en skyggepris på N på 155 kr. pr. kg N og støtte til efterafgrøder på 320 kr. pr. ha og støtte til udtagning på ca. 1.000 kr. pr. ha, vil være de resultater, der fremgår af tabel 3. Der er således udtagning af 5 % af arealet svarende til 25.000 ha og vedvarende græsarealer på 100.000 ha i

Limfjorden, når der anvendes miljøøkonomiske normer. Ved brug af normreduktion på ca. 60 % bliver der udtaget 35.000 ha og omlagt 35.000 ha til vedvarende græs. I øvrigt tilskynder de miljøøkonomiske normer ikke til øget dyrkning af fx ærter (der ikke har behov for N), som man skulle tro, da hele sædskiftet ses som en helhed.

Det fremgår af tabellen, at placeringen af efterafgrøder, udtagning og vedvarende græs i høj grad påvirkes af den valgte regulering. Ved en miljøøkonomisk normreduktion, hvor tildelingen af kvælstofkvote afhænger af retentionen, vil landmanden have et væsentligt større incitament til at vælge efterafgrøder, udtagning og vedvarende græs på arealer med en lav retention. Det fremgår fx af tabellen, at der ved den miljøøkonomisk normreduktion skal udtages 43 % af den grovsandede jord i den laveste retentionsklasse (med en retention på mellem 0 og 33 %), mens kun 10 % af den grovsandede jord i den højeste retentionsklasse (med en retention på 100 %) skal udtages. Ved en tilsvarende simpel normreduktion udtages derimod ca. 33 % af den grovsandede jord, helt uden hensyn til retentionsklassen.

Bemærk, at det med en miljøøkonomisk normreduktion har været rentabelt at omlægge hhv. ca. 40 og 30 % af arealerne i de to laveste retentionsklasser til vedvarende græs; for de øvrige retentionsklasser omlægges mindre end 10 % af arealet til vedvarende græs. I alle tilfælde mere på grovsandet jord, og mindre på lerjorden. Ved en simpel normreduktion har omlægning til vedvarende græs især været rentabel på lerjordene (jb56 og lerjord). Her er ca. 20 % af arealet omlagt til vedvarende græs helt uafhængigt af retentionsklasserne.

Ved en miljøøkonomisk, tabskorrigeret normreduktion afhænger kvælstofkvoterne i høj grad af retentionen, hvilket ikke er tilfældet ved en simpel normreduktion. Som eksempel har den miljøøkonomiske normreduktion resulteret i en kvælstofkvote for finsandet jord (jb24) på 50 og 130 kg N pr. ha for hhv. den laveste og den højeste retentionsklasse. Til sammenligning har den simple normreduktion resulteret i en kvælstofkvote på 40 kg N pr. ha for finsandet jord, helt uafhængigt af retentionsklasserne.

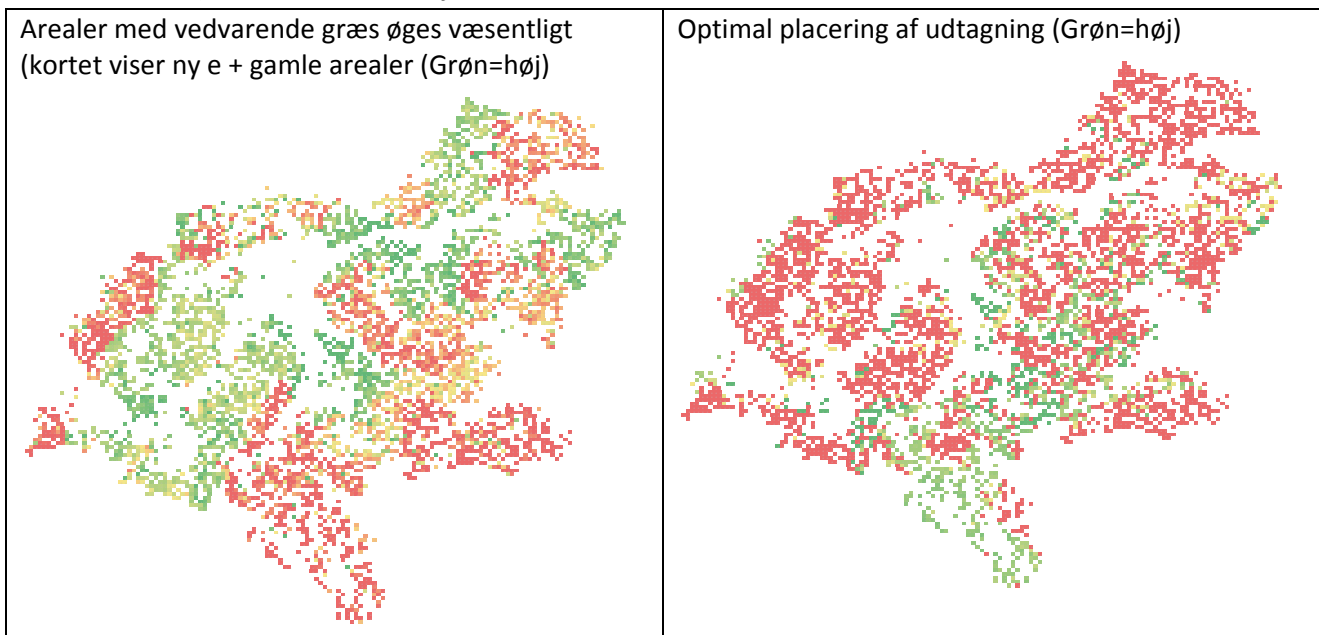
Også kvælstofudledningen er påvirket af den valgte regulering. I alle tilfælde er der en højere udledning fra de laveste retentionsklasser. Med den miljøøkonomiske regulering er udledningen, som forventet, generelt lavere på de ringeste jorde, med den laveste retention, og højere på de bedste jorde i de højeste retentionsklasser. Den miljøøkonomiske normreduktion sikrer, at kvælstofudledningen står i forhold til den indtjening, der kan opnås ved tildeling af kvælstof. At det marginale dækningsbidrag ved tildeling af yderligere kvælstof, med andre ord, er lig omkostningerne ved (afgiften på) den afledte marginale udledning.

En simpel normreduktion tager som nævnt ikke hensyn til retentionen. Desto større variation i retentionen, desto større argument er der for at anvende en miljøøkonomisk regulering, hvor kvælstoftildelingen baseres på den aktuelle retention. Er det ikke teknisk og administrativt muligt at fastslå retentionen for de enkelte under-vandoplande, reduceres fordelene ved et avanceret miljøøkonomisk kvotesystem. For det tilfælde, at retentionen (som forudsat i modelberegningerne) er korrekt, men ikke ønskes inddraget i reguleringen, vil det, jf. modelberegningerne, øge de samlede omkostninger med ca. 300 kr. pr. ha at reducere udledningen fra landbruget til et niveau på ca. 14 kg N pr. ha.

Den øgede anvendelse af vedvarende græs samt placeringen af udtagning og vedvarende græs kan have betydning for mulighederne og omkostningerne ved at tilgodesee biodiversitet mv. i områder med en lav retention og ringe bonitet.

Nedenstående figur 1 viser placering af vedvarende græs og udtagning knyttet til løsningen med miljøøkonomiske normer.

Figur 1. Miljøøkonomisk optimal placering af vedvarende græsarealer (0-60 % af arealet) og udtagning (0-43 % af arealet) ved anvendelse miljøøkonomiske kvælstofnormer.



Yderligere modelberegninger har vist, at en væsentligt øget udtagning og færre efterafgrøder kan reducere omkostningerne ved reduktion af udvaskningen til såvel 14 som 12 kg N pr. ha.

Bilag C indeholder en række eksempler på omkostningseffektivitet og fordelingsmæssige aspekter ved en reduktion af udledningen til 12 kg N pr. ha med simple og miljøøkonomiske normreduktioner i kombination med efterafgrøder og udtagning.

Det fremgår af tabellen (tabel C.2), at dækningsbidrag og kvælstofkvoten ved en fastholdelse af den nuværende udledning til Limfjorden, også ved en reduktion af udledningen til 12 kg N pr. ha, i høj grad afhænger af, i hvilket omfang reguleringen baseres på efterafgrøder og udtagning. Den billigste løsning, løsningen med det højeste dækningsbidrag, opnås ved en miljøøkonomisk normreduktion i kombination med en udtagning på 28 %. Her opnås et dækningsbidrag på 936 kr. pr. ha, hvilket er 450 kr. højere end en tilsvarende løsning med 28 % udtagning i kombination med en simpel normreduktion på 78 %. Skal reduktionen gennemføres ved en simpel normreduktion, er det løsningen med 38 % udtagning, der giver det højeste dækningsbidrag på 817 kr. pr. ha.

Afrunding

Samlet set giver modellen således mere udtagning i Limfjorden end forudsat i bestillingen fra Natur- og Landbrugskommissionen. Dette er ikke overraskende, idet de nationale analyser (Jacobsen, 2012) også pegede på, at udtagningen i Limfjorden udgjorde 71.000 ha ud af den nationale udtagning på 190.000 ha eller ca. 40 % (se bilag 1 og Jacobsen, 2013). Samlet peger analyserne således på, at omfanget af udtagning vil skulle ligge noget højere end de 3.500/5.000 ha / år, der er angivet i bestillingen, for at nå det opsatte miljømål både for Limfjorden og nationalt. Den største effekt vil her kunne opnås, hvis de arealer, der udtages for at reducere N-tabet, samtidig kunne være de arealer, der giver mest natur. Om det er tilfældet, er ikke analyseret her.

En tilsvarende gennemgang af resultaterne for de enkelte jordtyper og retentionsklasser viser, at der med miljøøkonomiske normer opnås en meget stor spredning i den arealmæssige tilpasning i tildelingen af kvælstof og for værdien af kvælstofkvote samt dækningsbidraget. Med de miljøøkonomiske normer tillades en større kvælstofanvendelse på arealer med en høj retention og dermed en et større dækningsbidrag. Kun for bedrifter med den laveste retention på mellem 0 og 33 % vil det være en fordel at blive reguleret med en simpel normreduktion. For de øvrige bedrifter og for samfundet som helhed vil det derimod være en økonomisk fordel at regulere kvælstofudledningen ved hjælp af miljøøkonomisk fastsatte kvoter.

Der er ligeledes, jf. tabellen, store og systematiske forskelle på hvorledes støttede efterafgrøder, udtagning og ekstensivering af grovfoderproduktionen med vedvarende græs udnyttes af den økonomisk rationelle landmand (læs modellen). Ved en simpel normreduktion anvendes de enkelte virkemidler – pr. definition – uden hensyntagen til retentionen, mens de ved en miljøøkonomisk regulering i højere grad anvendes, hvor retentionen er lav og kvælstofkvoterne reduceres mest. Med miljøøkonomisk fastsatte kvælstofnormer får landmanden et incitament til at anvende efterafgrøder og udtagning, hvor udledningen kan/skal reduceres mest. Uanset om der skal benyttes en simpel normregulering eller miljøøkonomisk fastsatte normer, vil det være rationelt kun at placere eller støtte efterafgrøder og udtagning på jordtyper og retentionsklasser foreslået (af modellen) med anvendelse af en miljøøkonomisk regulering. I det viste eksempel er der kun afprøvet nogle få støttesatser for hhv. efterafgrøde og udtagning. Med henblik på en omkostningseffektiv regulering vil det være relevant at køre modellen med forskellige støttesatser for at finde den optimale anvendelse af efterafgrøder og udtagning.

Tabel 4. Modellerede omkostninger ved at nå et udledningsniveau på 14 kg N pr. ha.

Beskrivelse	Effekt (tons N)	N-norm (kg N/ha)	Omkost- ning (mio. kr./år)	Omkost- ning (kr. pr. ha)	Kr. pr. kg N
Normreduktion (- 60 %)	Ca. 3.500	58	315	630	90
Miljøøkonomiske normer (med efterafgrøder og udtagning)	Ca. 3.500	84	170	340	49
Miljøøkonomiske normer (med efterafgrøder og udtagning, samt alternative virkemidler)	Ca. 3.500	Ikke beregnet			

Note: Opregning er her foretaget med 500.000 ha

Note: Udvaskning i baseline er 23 kg N pr. ha. og N-norm er 123 kg N pr. ha.

De virkemidler, der kunne indgå som alternativ til lavere normer, kunne som anført i bilag 1 være øget udnyttelse af husdyrgødning, energiafgrøder og vådområder. Når de kan være attraktive, er det, fordi omkostningerne pr. kg N i reduceret udledning er lavere end den marginale reduktionsomkostning ved brug af den miljøøkonomiske regulering.

Det vurderes, at disse virkemidler på udvalgte bedrifter, der rammes relativt hårdt, ville være en mulighed for at reducere tilpasningsomkostningerne. Det er svært i denne analyse at vurdere, i hvilket omfang disse virkemidler kan bruges som supplement til miljøøkonomiske normer, men det er tydeligt, at en række bedrifter med lav retention vil søge andre dyrkningsformer eller brug af vådområder m.m. for at skaffe mere N til bedriften.

I analyserne tillades omfordeling af kvoten inden for bedriften, hvis arealerne ligger i samme under-vandopland og dermed har samme retention. Der foregår således ikke omfordeling på tværs af marker på samme bedrift, hvis markerne er placeret i forskellige under-vandoplande. Da dette kan være svært at overholde i praksis, vil det betyde, at der vil foregå mere omfordeling inden for bedriften end forudsat her. Effekten af de miljøøkonomiske normer i forhold til simpel normreduktion er derfor lidt mindre end beregnet i dette notat.

Beregningerne har vist, at effekt og værdi af udtagning og efterafgrøder i høj grad afhænger af den sammenhæng, de anvendes i. Desto skrappe krav til udledningen, desto større værdi har disse virkemidler. Og værdien øges, når virkemidlerne anvendes i kombination med miljøøkonomisk fastsatte kvælstofnormer. I mange tilfælde kan det diskuteres, om omkostningerne ved udtagning og efterafgrøder kan måle sig med deres beregnede værdi. Her skal det erindres, at målrettede efterafgrøder og udtagning ikke kan flyttes til andre jordtyper og retentionsklasser og derfor er nemme at kontrollere for myndighederne, hvilket kan forøge værdien af disse virkemidler. Beregningerne med miljøøkonomiske kvælstofnormer har vist, hvor og hvor intensivt disse virkemidler ville skulle anvendes for at sikre optimal regulering af den samlede udledning. Der er intet til hinder for, at denne målrettede udpegning vil kunne kombineres med de nuværende simple normreduktioner, såvel ved en reduktion på 15 % som ved en langt højere, men generel reduktion, og dermed væsentligt øge omkostningseffektiviteten af en simpel normreduktion. Sådanne analyser ville nemt kunne gennemføres med den nuværende model.

Der henvises i øvrigt til bilag B om yderligere diskussion omkring konsekvenser ved forskellige reduktionskrav og effekten af omsættelighed.

Referencer

- Blicher-Mathiesen G & Windolf J, 2012. *Sårbarhed for N-udledning til vandmiljøet – Notat til Videncenter for Landbrug*: Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Finansministeriet (2012). Notat til Kvælstofudvalget af 23. august 2012.
- Danmarks Statistik (2012). *Økonomien i landbrugets produktionsgrene 2011*.
- Jacobsen, B.H. (2012). Omkostninger for landbruget ved implementering af kvælstofreduktionen i vandplanerne fra 2011. Notat til kvælstofudvalget. Fødevareøkonomisk Institut, KU.
- Jacobsen, B. H. (2013). Analyse af omkostningerne ved en yderligere reduktion af N-tabet fra landbruget med 10.000 tons N. Notat til N-udvalget. Fødevareøkonomisk Institut, KU. (ikke offentliggjort)
- Ministeriet for Fødevarer, landbrug og Fiskeri: *Markblokkort 2005-2011*.
- Vinther, Finn P. (2011). *Mulighed for rangordning af afgrøder efter deres udvasknings-karakteristika*. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet (21-11-2011).
- Vinther, Finn P. (2011). *Notat om marginaludvaskning med N-LES3*. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet (18-09-2011).
- Vinther, Finn P. (2011). *Udvaskning fra sædskifter beregnet med FarmN(N-LES3) og FASSET*. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet (18-10-2011)
- Ørum, Jens Erik (2012). *Grundlag for miljøøkonomiske kvælstofnormer*. Fødevareøkonomisk Institut, KU
- Ørum, Jens Erik (2012). *Udbytte og udvaskning for vinterhvede og vårbyg med og uden normkorrektion*. Notat til kvælstofudvalget 8. maj 2012, Fødevareøkonomisk Institut, KU.
- Ørum, Jens Erik og Brian H. Jacobsen (2012). *Økonomisk adfærd ved udvaskningskorrigerede kvælstofnormer*. Notat til kvælstofudvalget 13. marts 2012, Fødevareøkonomisk Institut, KU.
- Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi: *Kort over jordbundstyper 2012, husdyrtæthed 1996?*, DJFgeodata.dk.
- Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, *Kort over N-reduktion på oplande*.

Bilag A - Baggrundsoplysninger

Tabel A.1. Effekt af valgte virkemidler for Limfjorden (tons N)

Retention (%)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	Sum
Energiafgrøder (min)	1	85	95	50	0	230
Energiafgrøder (max)	0	0	0	0	0	0
Vådområder	0	0	0	0	0	641
Reduceret Norm (10 %)	2	186	348	191	0	726
Skærpet krav for udvalgt husdyrgødning	0	20	38	19	0	77
Generel skærpet krav til husdyrgødning	0	47	89	49	0	186
Skærpet krav til afgang (20 %)	0	15	28	16	0	58
Skærpet krav til afgang (50 %)	0	0	0	0	0	0
Mellemafgrøder	1	79	148	0	0	228
Udtagning højbund	3	348	730	0	0	1.081
Skov	0	76	78	0	0	153
Yderligere efterafgrøder	0	18	31	23	15	87
Udtagning lavbund	1	209	239	0	0	449
Brænd husdyrgød. (20 %)	0	8	16	8	0	32
Brænd husdyrgød. (50 %)	0	0	0	0	0	0
Total						3.950

Kilde: Jacobsen (2012b)

Tabel A.2. Arealomfang af valgte virkemidler i Limfjorden (ha)

Retention (%)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	Sum
Energiafgrøder (min)	12	2.531	3.552	3.379	0	9.474
Energiafgrøder (max)	0	0	0	0	0	0
Vådområder	0	0	0	0	0	5.672
Reduceret Norm (10 %)	316	55.977	137.974	129.697	0	323.964
Skærpet krav for udvalgt husdyrgødning	233	41.164	104.081	99.723	0	245.201
Generel skærpet krav til husdyrgødning	233	41.164	104.081	99.723	0	245.201
Skærpet krav til afgang (20 %)	314	49.593	121.949	114.183	0	286.039
Skærpet krav til afgang (50 %)	0	0	0	0	0	0
Mellemafgrøder	29	6.130	14.902	0	0	21.061
Udtagning højbund	50	9.063	26.116	0	0	35.229
Skov	0	1.958	2.521	0	0	4.478
Yderligere efterafgrøder	6	644	1.500	1.824	2.299	6.273
Udtagning lavbund	27	10.366	15.112	0	0	25.505
Brænd husdyrgød. (20 %)	314	49.593	121.949	114.183	0	286.039
Brænd husdyrgød. (50 %)	0	0	0	0	0	0

Kilde: Jacobsen (2012b)

Tabel A.3. Omkostninger ved valgte virkemidler for Limfjorden (1000 kr.)

Retention (%)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	Sum
Energiafgrøder (min)	14	2.911	4.085	3.886	0	10.895
Energiafgrøder (max)	0	0	0	0	0	0
Vådområder	0	0	0	0	0	35.164
Reduceret Norm (10 %)	57	10.076	24.835	23.345	0	58.313
Skærpet krav for udvalgt husdyrgødning	0	883	2.232	2.139	0	5.254
Generel skærpet krav til husdyrgødning	9	1.648	4.167	3.993	0	9.817
Skærpet krav til afgang (20 %)	5	726	1.786	1.672	0	4.188
Skærpet krav til afgang (50 %)	0	0	0	0	0	0
Mellemafgrøder	28	5.824	14.156	0	0	20.008
Udtagning højbund	150	27.189	78.347	0	0	105.686
Skov	0	5.775	7.436	0	0	13.211
Yderligere efterafgrøder	2	212	495	602	759	2.070
Udtagning lavbund	34	12.957	18.891	0	0	31.882
Brænd husdyrgød. (20 %)	3	454	1.116	1.045	0	2.618
Brænd husdyrgød. (50 %)	0	0	0	0	0	0
Sum						299.106

Note: Bemærk at omkostningerne for vådområder alene angives i sum kolonnen, da de ikke er opdelt på retentionsområder.

Kilde: Jacobsen (2012b)

Tabel A.4. Den gennemsnitlige løsning for Limfjorden

Retention (%)	tons N	Ha	Omk.	Gns. kg N/ha	Gns. kr/kg N
Energiafgrøder (min)	247	11.746	13.508	21	55
Energiafgrøder (max)	0	0	0		
Vådområder	641	5.672	35.164	113	55
Reduceret Norm (10 %)	837	475.039	85.507	2	102
Skærpet krav for udvalgt husdyrgødning	89	363.188	7.790	0	87
Generel skærpet krav til husdyrgødning	218	363.188	14.541	1	67
Skærpet krav til afgang (20 %)	68	425.591	6.232	0	91
Skærpet krav til afgang (50 %)	0	0	0		
Mellemafgrøder	332	44.215	42.004	8	127
Udtagning højbund	558	29.413	88.240	19	158
Skov	222	9.904	29.217	22	131
Yderligere efterafgrøder	87	6.273	2.070	14	24
Udtagning lavbund	614	47.919	59.899	13	98
Brænd husdyrgød. (20 %)	37	425.591	3.895	0	105
Brænd husdyrgød. (50 %)	0	0	0		
Sum	3.950		388.066		98

Kilde: Jacobsen (2012b)

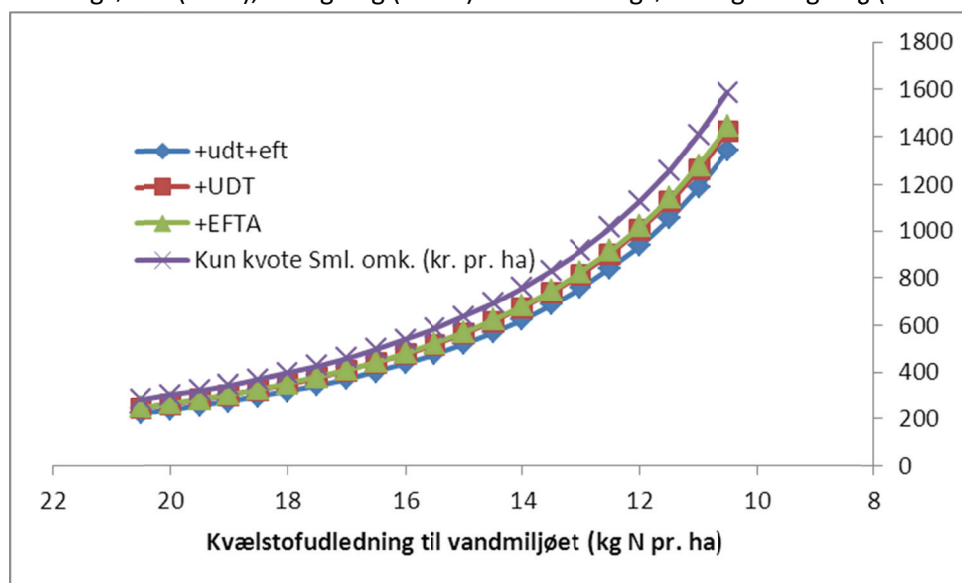
Bilag B – Marginale reduktionsomkostninger ved en miljøøkonomisk regulering

Beregning af de marginale reduktionsomkostninger for udledning af kvælstof til vandoplandet

Ved et større eller mindre krav om en reduceret udledning af kvælstof, vil den optimale arealanvendelse og omkostningerne naturligvis også ændre sig. I det følgende belyses det, hvorledes omkostningerne og anvendelsen af efterafgrøder og udtagning ændrer sig ved et øget krav om en reduceret kvælstofudledning til vandopland Limfjorden (fra 20 til 10 kg N udledning) med en miljøøkonomisk rationel kvælstofregulering. Der er gennemført en række modelberegninger med miljøøkonomiske kvælstofnormer i forskellige kombinationer med og uden støtte til efterafgrøder og/eller braklægning. Efterafgrøder og udtagning er støttet med hhv. 320 kr. og 340 kr. pr. ha. Det skal bemærkes, at støtten bevidst ikke er inkluderet i de viste omkostninger. Det skal også bemærkes, at støtten til udtagning ikke inkluderer pleje og vedligeholdelse af de udtagne arealer. De følgende analyser er baseret på ca. 40 punktberegninger med modellen. For hver punktberegning er der logget en række oplysninger om udledning, kvælstofkvote, dækningsbidrag, værdi af kvælstofkvote, arealanvendelse mv. I det følgende er det valgt at vise de samlede omkostninger, de marginale omkostningskurver, procent efterafgrøder og udtagning, samt værdi af muligheden for støttet udtagning. De gennemførte beregninger er udført med kun én støttesats for hhv. efterafgrøde og udtagning. I praksis kan der tegnes et utal af kurver med varierende støttesatser. De her valgte støttesatser vurderes imidlertid at give et godt indblik i dynamikken, samt de økonomiske og miljømæssige effekter af at supplere miljøøkonomisk fastsatte kvælstofnormer med udtagning og efterafgrøder.

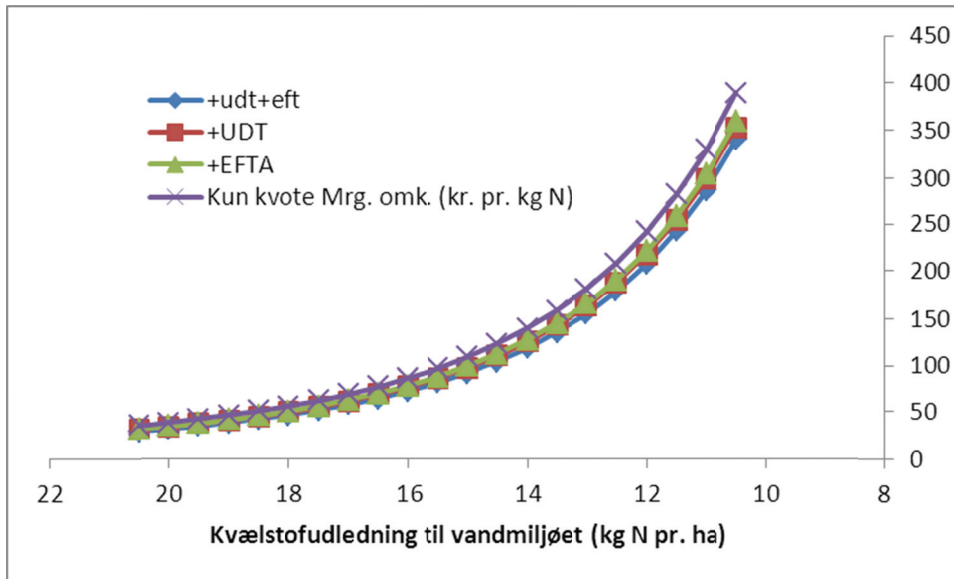
Figur B.1 viser, at de samlede omkostninger øges eksponentielt ved et øget krav om reduceret udledning af kvælstof til vandmiljøet. De laveste reduktionsomkostninger kan opnås, når der er mulighed for støtte til såvel efterafgrøder som udtagning.

Figur B.1. Samlede omkostninger (kr. pr. ha) ved en reduktion af kvælstofudledningen til vandopland Limfjorden med anvendelse af miljøøkonomiske kvælstofnormer (Kun kvote) suppleret med støtte til efterafgrøder (+EFT), udtagning (+UDT) samt efterafgrøder og udtagning (+eft+udt).



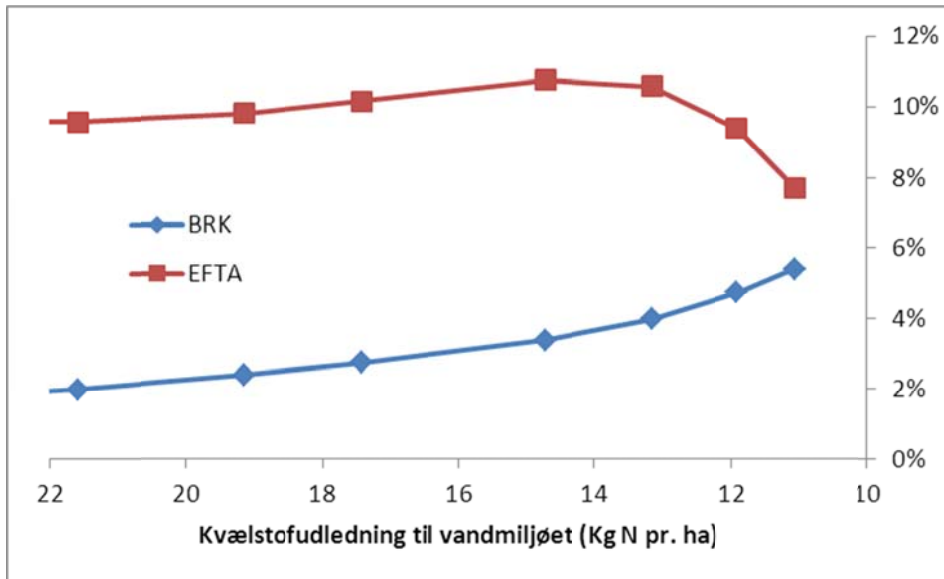
Figur B.2 viser, at også de marginale reduktionsomkostninger (kr. pr. kg N udledt til vandmiljøet) er eksponentielt stigende ved et øget krav om reduceret udledning af kvælstof. Som forventet (ovenstående, tidligere eksempler) korresponderer et krav om en udledning på 14 kg N pr. ha med en marginalomkostning for udledning af kvælstof til vandmiljøet på omkring 150 kr. pr. ha. Mulighed for støtte til efterafgrøder og udtagning kan reducere omkostningerne en anelse.

Figur B.2. Marginale omkostninger (kr. pr. kg N) ved en reduktion af kvælstofudledningen til vandopland Limfjorden med anvendelse af miljøøkonomiske kvælstofnormer (Kun kvote) suppleret med støtte til efterafgrøder (+EFT), udtagning (+UDT) samt efterafgrøder og udtagning (+eft+udt).



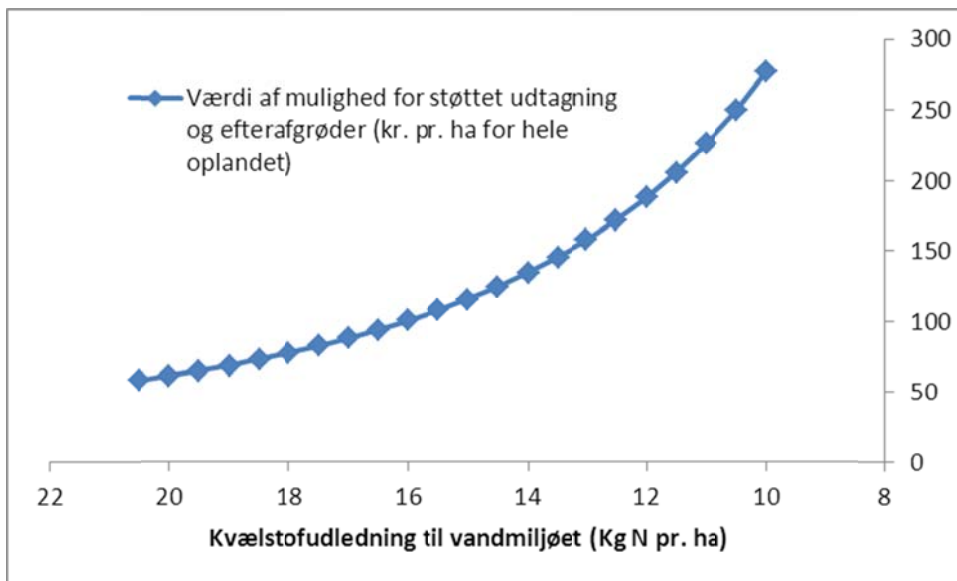
Figur B.3 viser, i hvilket omfang støttede efterafgrøder og udtagning vil blive anvendt, når udledningen af kvælstof til vandmiljøet reguleres ved hjælp miljøøkonomiske kvælstofnormer med samtidig støtte til efterafgrøder og udtagning. Udtagningen vil gradvist øges fra ca. 2 % til 6 % når udledningen til vandmiljøet skal reduceres fra 22 til 10 kg N pr. ha. Anvendelse af efterafgrøder vil ligge på 9-11 % men gradvist reduceres til 6 %, når der kræves en udledning på mindre end 14 kg N pr. ha.

Figur B.3. Anvendelse af støttet udtagning (BRK) og efterafgrøder (EFTA) som supplement til en reduktion af kvælstofudledningen til vandopland Limfjorden med anvendelse af miljøøkonomiske kvælstofnormer.



Figur B.4 viser, hvorledes reduktionsomkostningerne ved et stigende reduktionskrav kan reduceres væsentligt ved hjælp af støtte til efterafgrøder og udtagning. Ved en målsætning på 10 kg N udledt til vandmiljøet kan reduktionsomkostningerne således reduceres med godt 250 kr. pr. ha ved samtidig støtte til såvel efterafgrøder som udtagning. Ved et sådant krav er der efterafgrøder og udtagning på i alt 12 % eller 1/8 af arealet. Værdien af efterafgrøder og udtagning svarer dermed til $8 \times 250 = 2.000$ kr. pr. ha efterafgrøde og udtagning. Dette indikerer, at det vil være yderst omkostningseffektivt at støtte og benytte såvel efterafgrøder som udtagning, når udledningen skal reduceres til fx 10 kg N pr. ha. Ved en mere beskeden målsætning reduceres værdien af muligheden for støtte til efterafgrøder og udtagning til mindre end 50 kr. pr. ha for hele arealet, og en eventuel støtte til efterafgrøder må derfor ikke overstige 500 kr. pr. ha.

Figur B.4. Værdi af muligheden for støtte udtagning og efterafgrøder for hele vandoplandet (og for alle afgrøder) (kr. pr. ha).



Det kan naturligvis diskuteres, om efterafgrøder og udtagning skal støttes eller gennemføres pr. direktiv. Fordelen ved en støtte er, at omkostninger ved støtten er synlig for myndighederne, og der ikke påføres landbruget (samfundsøkonomisk) omkostninger uden at der opnås en tilsvarende miljøeffekt. Ved en regulering pr. direktiv vil det være relevant (omkostningseffektivt) at udpege de arealer, landmanden ville udtage og pålægge efterafgrøder, hvis der var mulighed for at få en støtte, svarende til den samfundsøkonomiske værdi af efterafgrøder og udtagning.

BILAG C – Modelberegninger med en udledning på 21 og 12 kg

Modelberegninger med udledning på 21 kg kvælstof pr. ha

Nedenstående tabel (tabel C.1) viser kvælstofkvote (Kvote) og dækningsbidrag 2 (DB2) for forskellige typer regulering med simple (RED) og miljøøkonomiske (MJØ) normreduktioner i kombination med udtagning (UDT) og efterafgrøder (EFT), der alle sammen resulterer i en udledning (nUd) på 21 kg N. De øverste 10 kombinationer er baseret på en miljøøkonomisk normreduktion med en afgift på udledt kvælstof (UP) i intervallet fra 5 til 67 kr. pr. kg N. De nederste 10 kombinationer er baseret på en simpel normreduktion (Rd%) i intervallet 1 til 26 % Stor udtagning og mange efterafgrøder giver større dækningsbidrag og mulighed for en højere kvælstofkvote.

Tabel C.1 Kvælstofkvote (Kvote) og dækningsbidrag (DB2) ved opretholdelse af en kvælstofudledning (nUd) til vandopland Limfjorden på 21 kg N pr. ha ved hjælp af hhv. simpel (RED) og miljøøkonomisk (MJØ) normreduktion eventuelt i kombination med hhv. udtagning (UDT) og/eller efterafgrøder (EFT).

TYP	UP	Rd%	EFF	UDT	Kvote	nUd	DB2	Forskel kg kvote	Forskel kr. pr. ha	Max støtte UDT?	Max støtte EFT?
MJØ	11		0%	21%	146,1	21,0	1.291	36,9	227	913	
MJØ	5		5%	20%	146,1	21,0	1.289	36,9	225		
MJØ	29		7%	11%	118,1	21,0	1.234	8,9	169		
MJØ	40		0%	12%	126,2	21,0	1.223	17,0	158	1.056	
MJØ	42		9%	5%	124,0	21,0	1.181	14,8	116		
MJØ	55		0%	6%	126,2	21,0	1.166	17,0	102	1.156	
MJØ	49		10%	2%	124,0	21,0	1.150	14,8	85		
MJØ	62		0%	3%	116,6	21,0	1.132	7,4	68	1.184	
MJØ	53		10%	0%	120,3	21,0	1.126	11,1	61		250
MJØ	67		0%	0%	112,9	21,0	1.101	3,7	37		
RED		3%	0%	21%	143,2	21,0	1.291	33,9	227	1.086	
RED		1%	5%	20%	146,1	21,0	1.289	36,9	225		
RED		11%	7%	11%	131,4	21,0	1.228	22,1	164		
RED		15%	0%	12%	126,2	21,0	1.217	17,0	152	1.292	
RED		16%	8%	5%	124,0	21,0	1.169	14,8	104		
RED		21%	0%	6%	116,6	21,0	1.145	7,4	81	1.384	
RED		19%	9%	2%	120,3	21,0	1.134	11,1	69		
RED		24%	0%	3%	112,9	21,0	1.106	3,7	42	1.464	
RED		20%	10%	0%	118,1	21,0	1.104	8,9	39		402
RED		26%	0%	0%	109,2	21,0	1.064	0,0	0		

Det fremgår af tabellen, at dækningsbidrag og kvælstofkvoten ved en fastholdelse af den nuværende udledning til Limfjorden, på anslået 21 kg N pr. ha, i høj grad afhænger af, i hvilket omfang reguleringen baseres på efterafgrøder og udtagning. Det største dækningsbidrag opnås ved udtagning af store arealer. Ved udtagning af fx 21 % af arealet øges dækningsbidraget med 227 kr. pr. ha, uanset om der benyttes simple eller miljøøkonomiske normer. Problemet er blot, hvem der skal betale for udtagning og efterafgrøder? I de to kolonner til højre er der angivet en mulig maksimal støttesats (kr. pr. ha) for udtagning og efterafgrøder, under forudsætning af at de skal være omkostningseffektive. Husk, at de

bedrifter, der mod betaling vil benytte efterafgrøder og udtagning, er placeret på jorde og retentionsklasser, hvor stærkt reducerede kvælstofkvoter gør det mere attraktivt at udtage jord, end det er tilfældet i dag. En tilstrækkelig støtte til udtagning er derfor ikke det samme som en fuld kompensation til disse bedrifter.

Kun den miljøøkonomiske regulering kan sikre, at efterafgrøder og udtagning placeres, hvor de gør størst miljømæssig nytte afvejet mod de samfundsøkonomiske omkostninger. På trods heraf er udtagning og efterafgrøder økonomisk mere attraktive (kan retfærdiggøre en højere, potentiel max. støtte) i kombination med en simpel normreduktion. Den mere bekostelige, simple normreduktion medfører, at efterafgrøder og udtagning fremstår som værende mere effektive her end ved en miljøøkonomisk regulering. Efterafgrøder og udtagning kan derfor dels ses som et miljømæssigt relevant supplement til en miljøøkonomisk normreduktion, dels ses som et politisk og økonomisk nødvendigt supplement til en simpel normreduktion.

Bemærk også, at en øget udtagning under alle omstændigheder medfører en reduceret, gennemsnitlig værdi af udtagningen.

Hvilke fordele giver en miljøøkonomisk normreduktion sammenlignet med en simpel normreduktion, når den nuværende udledning på 21 kg kvælstof pr. ha skal opretholdes? **Det korte svar er, at den miljøøkonomiske regulering er 37 kr. billigere pr. ha og øger kvælstoftildelingen med 3,7 kg N pr. ha, når der ikke benyttes hverken efterafgrøder eller udtagning ved udledning på 21 kg N pr. ha.**

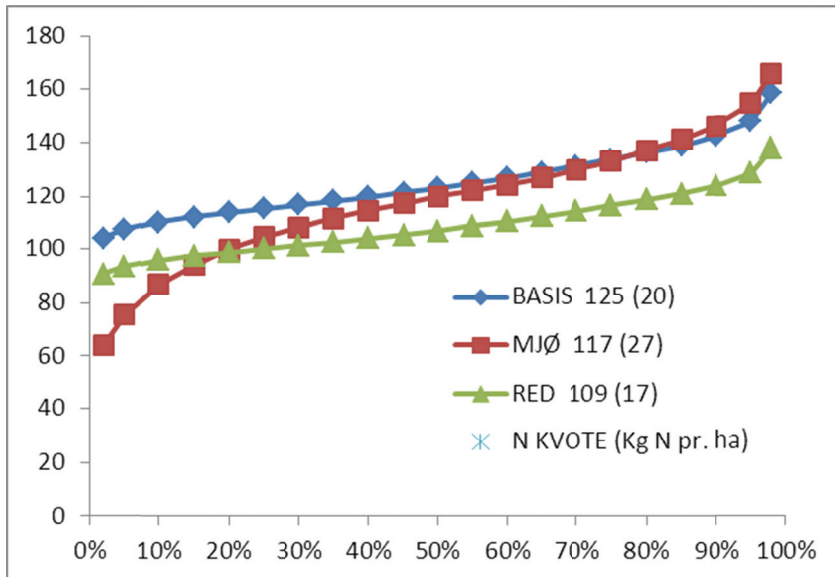
Fordelingsmæssige konsekvenser ved en udledning på 21 kg kvælstof pr. ha

I de følgende figurer (C.1-C.3). vises, hvor forskelligt de godt 6.000 bedriftsenheder i vandopland Limfjorden bliver berørt af hhv. en simpel og en miljøøkonomisk normreduktion ved en udledning på hhv. 23 og 21 kg kvælstof pr. ha til vandopland Limfjorden uden krav om efterafgrøder og udtagning. Udledningen på 23 kg N pr. ha svarer til Basisscenariet med 15 % normreduktion, mens udledningen på 21 kg N pr. ha opnås dels ved en simpel normreduktion på 26 %, dels ved en miljøøkonomisk normreduktion svarende til en afgift på 67 kr. pr. kg udledt kvælstof. Figurerne er baseret på fraktiler i intervallet fra 2 til 98 %.

Nogle få bedrifter repræsenterer mange tusinde ha, mens endnu flere bedrifter tegner sig for arealer på helt ned til 5 ha. I stedet for at aflæse et gennemsnit ved 50 %-fraktilen kan det derfor anbefales at aflæse gennemsnittet og standardafvigelse (vist i parentes) fra signaturforklaringen eller arealvægtet gennemsnit fra ovenstående tabel. I mange tilfælde er figurenes overskrift og enhed af modeltekniske årsager angivet i forbindelse med en ekstra, stjernemarkeret signatur i signaturforklaringen. De enkelte bedrifter er opdelt efter jordtype. Det betyder, at de enkelte bedrifter påvirkes meget ens, men i mange tilfælde kan en og samme bedrift optræde flere steder på de efterfølgende grafer.

Ligeledes vises (Figur C.1), hvorledes kvælstoftildelingen for de enkelte bedrifter påvirkes af hhv. en simpel og en miljøøkonomisk normreduktion. Nogle bedrifter vil kunne tildele mere kvælstof og andre mindre kvælstof med miljøøkonomisk beregnede kvoter. I gennemsnit kan tildelingen øges fra 109 kg N pr. ha til 117 kg N pr. ha med en miljøøkonomisk frem for en simpel normreduktion. Dvs. at den tilførte mængde kvælstof med en miljøøkonomisk normreduktion kan øges med knapt 10 %, uden at kvælstofudledningen øges.

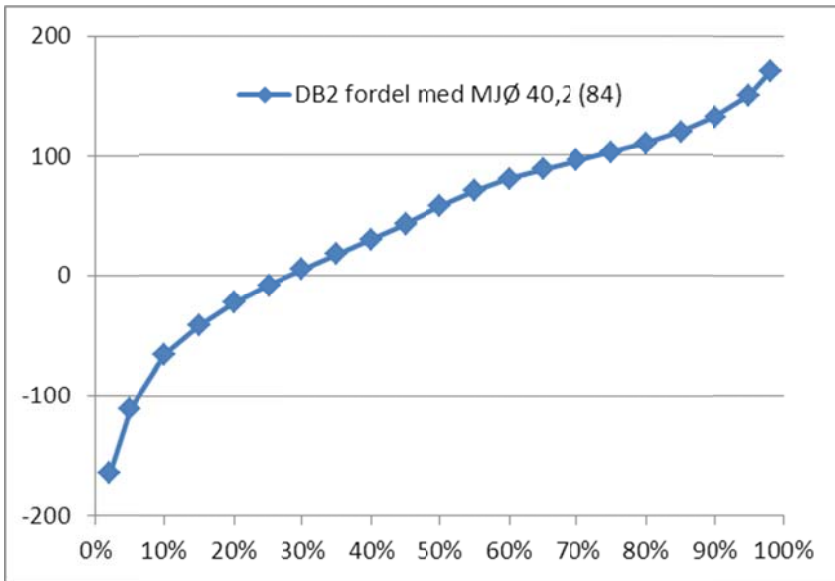
Figur C.1. Kvælstofkvote (kg N pr. ha) ved en simpel normreduktion på 15 % (BASIS) samt en simpel normreduktion på 26 % (RED) og tilsvarende miljøøkonomisk normreduktion (MJØ), uden brug af efterafgrøder og udtagning, fordelt på 6.000 bedrifter.



Ved en miljøøkonomisk normreduktion kan der i de fleste tilfælde tildes mere kvælstof, men der er en større spredning (standardafvigelse øges fra 17 til 27 kg N pr. ha) i tildelingen, og nogle få bedrifter (ca. 15 %) får rent faktisk mindre kvælstof til rådighed end ved en tilsvarende, simpel normreduktion.

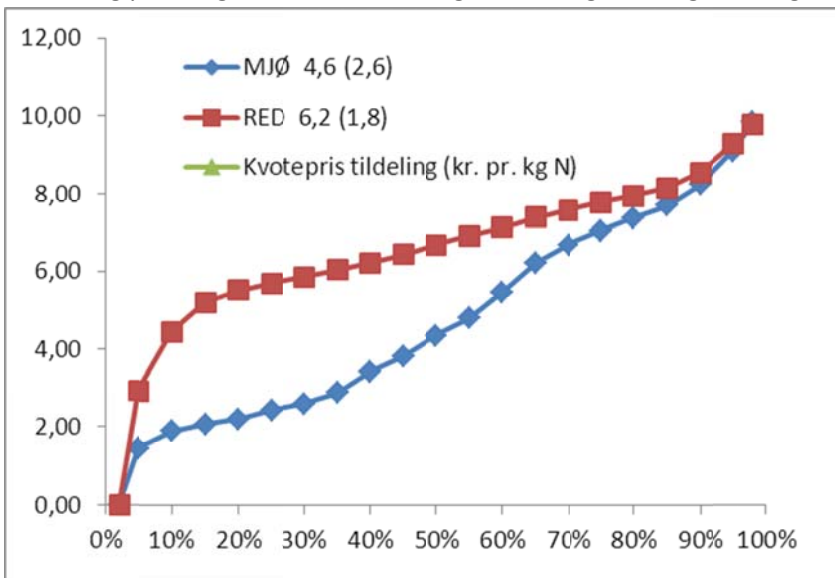
Nedenstående figur (figur C.2.) viser den økonomiske fordel ved at regulere kvælstofudledningen ved hjælp af miljøøkonomiske frem for simple normreduktioner, når der ønskes en udledning til vandopland Limfjorden på 21 kg N pr. ha uden brug af efterafgrøder og udtagning for de godt 6.000 landbrugsbedrifter i vandopland Limfjorden. I gennemsnit opnås **en økonomisk fordel på 40 kr. pr. ha ved brug af miljøøkonomiske normreduktioner i forhold til simpel normreduktion.** Der er en spredning i den økonomiske fordel på 84 kr. pr. ha. Nogle taber op imod 200 kr. pr. ha, mens andre vil vinde op imod 200 kr. pr. ha ved en miljøøkonomisk regulering. Det fremgår af figuren, at der er 70 % vindere og 30 % tabere ved en sådan omlægning af reguleringen, men den samlede, gennemsnitlige gevinst pr. ha er meget beskednen (40 kr. pr. ha).

Figur C.2. Økonomisk fordel (kr. pr. ha) ved en miljøøkonomisk frem for en simpel normreduktion ved en udeledning på 21 kg N pr. ha, uden brug af efterafgrøder og udtagning, fordelt på 6.000 bedrifter.



Det fremgår af nedenstående figur (Figur D.3), at den valgte regulering har stor betydning for værdien (skyggeprisen) af de tildelte kvælstofkvoter. Der er i alle tilfælde en stor variation i værdien af kvoten fra bedrift til bedrift, men den gennemsnitlige kvotepris er lavere ved en miljøøkonomisk regulering (4,6 kr. pr. kg N) end med en simpel normreduktion (6,2 kr.pr. kg N). Ved en miljøøkonomisk normreduktion øges spredningen i kvoteværdien desuden fra 1,8 til 2,6 kr. pr. kg N.

Figur C.3. Kvoteværdi (kr. pr. kg N) ved en simpel (RED) og en miljøøkonomisk (MJØ) normreduktion ved en udledning på 21 kg kvælstof uden brug af efterafgrøder og efterafgrøder, fordelt på bedrifter.



Når værdien af kvælstofnormerne for et mindre antal af bedrifterne (mindre end 5 %), jf. figur C.3, er nær nul, skyldes det primært, at disse bedrifter som følge af en større mineralisering af kvælstof fra fx lavbundslande, mange års dyrkning af fx kløvergræs og anvendelse af husdyrgødning og/eller dyrkning af mindre kvælstofkrævende afgrøder er mindre hårdt ramt af den nuværende (modellerede) regulering.

Jo højere værdi af kvælstofkvoten, desto større er bedrifternes incitament til at skaffe kvælstof ad andre veje. Og jo større spredning i værdien af kvælstofkvoterne, desto større er incitamentet til omfordeling af kvoter på tværs af bedrifter, jordtyper og retentionsklasser. Med henblik på at reducere incitamentet til såvel en uønsket handel med kvælstofkvote på tværs af bedrifter som import af kvælstof uden om kvotesystemet, skal der således tilstræbes såvel en lav kvotepris som en lille variation i kvoteprisen på tværs af bedrifterne. I det viste eksempel er det enten eller. En miljøøkonomisk normreduktion udmærker sig ved en lavere kvoteværdi, mens en simpel normreduktion udmærker sig ved en lavere spredning i kvoteværdien. Af senere eksempler vil det fremgå, at især udtagning af jord, men også efterafgrøder, væsentligt kan medvirke til en reduktion i såvel niveauet som spredningen i værdien af kvælstofkvoten.

Modelberegninger med udledning på 12 kg kvælstof pr. ha

Nedenstående tabel (tabel C.2) viser kvælstofkvote (Kvote) og dækningsbidrag II (DB2) for forskellige typer regulering med simple (RED) og miljøøkonomiske (MJØ) normreduktioner i kombination med udtagning (UDT) og efterafgrøder (EFT), der alle sammen resulterer i en udledning (nUd) på 12 kg N. De øverste 10 kombinationer er baseret på en miljøøkonomisk normreduktion med en afgift på udledt kvælstof (UP) i intervallet fra 178 til 278 kr. pr. kg N. De nederste 10 kombinationer er baseret på en simpel normreduktion (Rd%) i intervallet 61 til 87 %. Kombinationerne er sorteret på hhv. type og dækningsbidrag.

Tabel C.2. Kvælstofkvote (Kvote kg N pr. ha) og dækningsbidrag (DB2 kr. pr. ha) ved opretholdelse af en kvælstofudledning (nUd) til vandopland Limfjorden på 21 kg N pr. ha ved hjælp af hhv. simpel (RED) og miljøøkonomisk (MJØ) normreduktion eventuelt i kombination med hhv. udtagning (UDT) og/eller efterafgrøder (EFT).

TYP	UP	Rd%	EFF	UDT	Kvote	nUd	DB2	Forskel kg kvote	Forskel kr. pr.	Max støtte UDT?	Kvote ej udt
MJØ	180		0%	28%	63,8	12,0	936	42,6	450	2.877	88,1
MJØ	178		4%	27%	63,8	12,0	933	42,6	447		87,2
MJØ	202		6%	20%	67,8	12,0	794	46,6	308		84,2
MJØ	207		0%	21%	67,3	12,0	792	46,1	306	3.146	85,1
MJØ	230		8%	10%	71,2	12,0	565	50,0	79		79,1
MJØ	240		0%	12%	71,6	12,0	557	50,4	71	3.564	81,6
MJØ	246		10%	5%	72,8	12,0	412	51,6	-74		76,3
MJØ	266		0%	6%	72,6	12,0	352	51,4	-135	3.502	77,7
MJØ	255		10%	2%	73,7	12,0	327	52,5	-160		75,0
MJØ	278		0%	3%	74,3	12,0	225	53,1	-262	0	76,5
RED		63%	0%	38%	32,0	12,0	817	10,8	331		51,7
RED		61%	6%	36%	34,3	12,0	816	13,1	330		53,4
RED		68%	0%	34%	28,9	12,0	704	7,7	217		43,8
RED		66%	9%	30%	31,7	12,0	662	10,5	175		45,1
RED		78%	0%	28%	21,2	12,0	486	0,0	0		29,5
RED		74%	14%	21%	26,4	12,0	421	5,2	-66		33,4
RED		88%	0%	24%	12,0	12,0	328	-9,2	-158		15,8
RED		98%	1%	24%	2,0	12,0	278	-19,2	-209		2,6
RED		81%	19%	13%	20,7	12,0	203	-0,5	-283		23,8
RED		87%	23%	8%	14,6	12,0	74	-6,6	-413		15,9

Først skal det bemærkes, at en reduktion af udledningen fra 21 til 12 kg N vil reducere dækningsbidraget med 360 kr. pr. ha (fra 1.291 til 936 kr. for de mest favorable løsninger i hhv. tabel C.1 og C.2).

Det fremgår af tabellen (tabel C.2), at dækningsbidrag og kvælstofkvoten ved en fastholdelse af den nuværende udledning til Limfjorden også ved en reduktion af udledningen til 12 kg N pr. ha, i høj grad afhænger af, i hvilket omfang reguleringen baseres på efterafgrøder og udtagning. Den billigste løsning, løsningen med det højeste dækningsbidrag, opnås ved en miljøøkonomisk normreduktion i kombination med en udtagning på 28 %. Her opnås et dækningsbidrag på 936 kr. pr. ha, hvilket er 450 kr. højere end en tilsvarende løsning med 28 % udtagning i kombination med en simpel normreduktion på 78 %. Skal reduktionen gennemføres ved en simpel normreduktion, er det løsningen med 38 % udtagning, der giver det højeste dækningsbidrag på 817 kr. pr. ha.

En stor udtagning giver større dækningsbidrag og mulighed for en højere kvælstofkvote på de fortsat gødede arealer. Kolonnen yderst til højre viser den gennemsnitlige kvælstofkvote for de fortsat gødede arealer, og den mulige, maksimale støtte til udtagning i kombination med en miljøøkonomisk normreduktion er vist i den næstsidste kolonne til højre. Uanset om kvoterne beregnes for hele arealet eller kun de gødede arealer, er der for de mest relevante løsninger med en stor udtagning mulighed for at

tildele 30 kg kvælstof mere pr. ha ved en miljøøkonomisk normreduktion. Ved en mere begrænset udtagning øges denne forskel til 60 kg N pr. ha.

Som nævnt er det løsninger med en stor udtagning, der giver de højeste dækningsbidrag og dermed også de laveste omkostninger. En sammenligning af den billigste løsning, hvor der udtages 28 % af arealet, med den billigste løsning uden udtagning (3 %) viser, at der er en samlet gevinst for landbruget og samfundet på 711 kr. pr. ha (936 minus 225), når udledningen skal reduceres til 12 kg N pr. ha. Problemet er som tidligere nævnt, hvem der skal betale for udtagningen. Alle omkostninger og produktionstab er indregnet i den samlede gevinst på 711 kr. pr. ha, men det kræver enten en udpegning uden kompensation eller en passende kompensation at overtale de bedrifter, der skal udtage jorden, til rent faktisk at gøre det.

Det fremgår af tabellens næstsidste kolonne, at der vil være mulighed for at støtte udtagningen af 28 % af arealet med op til 2.877 kr. pr. ha, der udtages. Det forudsætter imidlertid, at den samlede gevinst ved en miljøøkonomisk optimal regulering på 711 kr. pr. ha alene anvendes til kompensation for udtagning af arealer. Som tidligere nævnt vil en kompensation for udtagning af arealer ikke være det samme som en fuld kompensation til de bedrifter, der så at sige skal betale for, at bedrifter med en høj bonitet og en høj retention kan opretholde en rimelig produktion. Det skal ikke her diskuteres, om og hvorledes en eventuel omfordeling bør foretages, men blot nævnes at en omfordeling fx vil kunne foretages via statskassen, ved hjælp af en afgift på kvælstofkvoterne, en omfordeling af jord og en omfordeling af enhedsstøtten (flytte midler fra en søjle til en anden).

Hvilke fordele giver en miljøøkonomisk normreduktion sammenlignet med en simpel normreduktion, når udledning skal reduceres til 12 kg kvælstof pr. ha? Det korte svar er, at **den miljøøkonomiske regulering er 119 kr. billigere pr. ha, øger kvælstoftildelingen med 37 kg N pr. ha og reducerer behovet for udtagning af arealer fra 38 til 28 %, når udledning skal reduceres til 12 kg N pr. ha.**

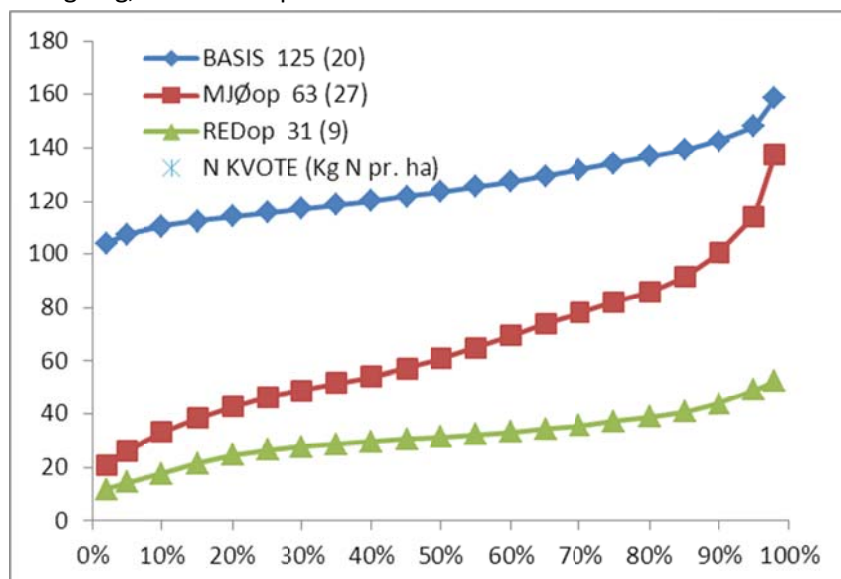
Fordelingsmæssige konsekvenser ved en udledning på 12 kg kvælstof pr. ha

I de følgende figurer (figur D.4-D.6) vises, hvor forskelligt de godt 6.000 bedriftsenheder i vandopland Limfjorden bliver berørt af hhv. en simpel og en miljøøkonomisk normreduktion i kombination med en udtagning på hhv. 38 og 28 % og ingen krav om efterafgrøder ved en udledning på kun 12 kg kvælstof pr. ha. Det er således de to økonomisk mest fordelagtige løsninger, der sammenlignes. Figurene baseret på fraktiler i intervallet fra 2 til 98 %, det vægtede gennemsnit og standardafvigelsen i parentes er vist til højre i signaturforklaringerne. I mange tilfælde er figurenes overskrift og enhed af modeltekniske årsager angivet i forbindelse med en ekstra, stjernemarkeret signatur i signaturforklaringen. De enkelte bedrifter er opdelt efter jordtype. Det betyder, at de enkelte bedrifter påvirkes meget ens, men i mange tilfælde kan en og samme bedrift optræde flere steder på de efterfølgende grafer. Det skal bemærkes, at de viste kvotepriser af modeltekniske årsager er beregnet, før arealanvendelsen er blevet optimeret.

Nedenstående figur (Figur D.4) viser, hvorledes kvælstoftildeling for de enkelte bedrifter påvirkes af hhv. en simpel og en miljøøkonomisk normreduktion. I gennemsnit skal tildelingen reduceres fra 125 kg N pr. ha i basisscenariet til 63 og 31 kg N pr. ha for at nå en udledning på 12 kg N pr. ha med hhv. en miljøøkonomisk og en simpel normreduktion. Ved den miljøøkonomiske regulering kan der i alle tilfælde tildeles mere

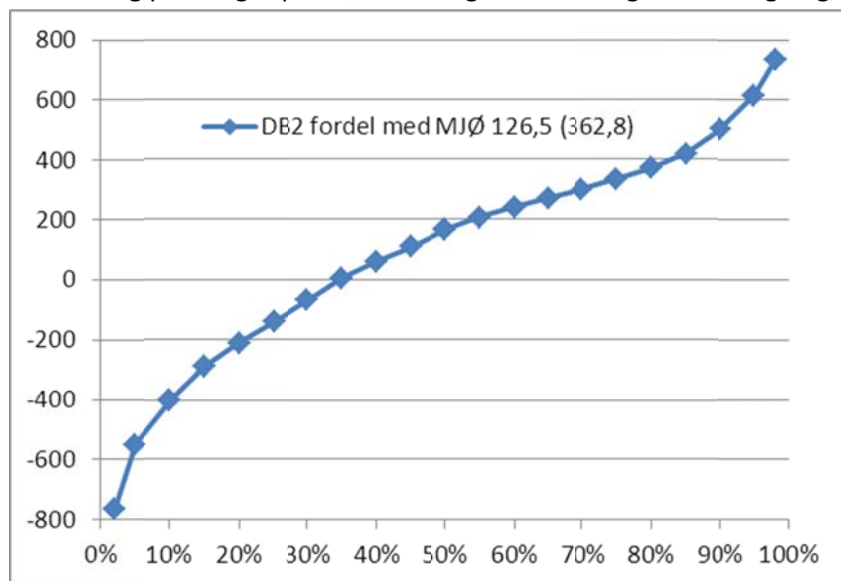
kvælstof til alle bedrifterne, men der er en større spredning i tildelingen ved en miljøøkonomisk regulering (standardafvigelsen øges fra 9 til 27 kg N pr. ha).

Figur C.4. Kvælstofkvote (kg N pr. ha) ved en simpel normreduktion på 15 % (BASIS) med 21 kg N udledning, uden efterafgrøder og udtagning, samt en simpel normreduktion (RED) på 78 % i kombination med 38 % udtagning med en udledning på 12 kg N og en tilsvarende miljøøkonomisk normreduktion (MJØ) med 28 % udtagning, alle fordelt på 6.000 bedrifter.



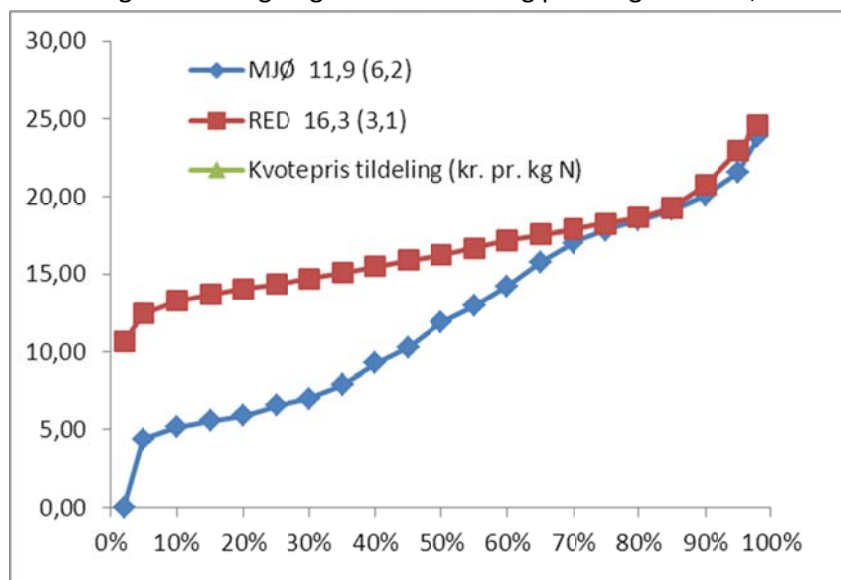
Nedenstående figur (figur D.5.) viser den økonomiske fordel ved at regulere kvælstofudledningen ved hjælp af miljøøkonomiske frem for simple normreduktioner, når der ønskes en udledning til vandopland Limfjorden på 12 kg N pr. ha med brug af hhv. 28 og 38 % udtagning for de godt 6.000 landbrugsbedrifter i vandopland Limfjorden. **I gennemsnit opnås en økonomisk fordel på 126 kr. pr. ha ved brug af miljøøkonomiske normreduktioner i forhold til en simpel normreduktion.** Der er en spredning i den økonomiske fordel på 362 kr. pr. ha. Nogle taber op imod 800 kr. pr. ha, mens andre vil vinde op imod 900 kr. pr. ha ved en miljøøkonomisk regulering. Det fremgår af figuren, at der er 65 % vindere og 35 % tabere ved en sådan omlægning af reguleringen. Halvdelen af bedrifterne vil opleve en gevinst på mere end 200 kr. pr. ha, og 20 % af bedrifterne vil opleve et tab på mere end 200 kr. pr. ha, hvis en udledning på 12 kg kvælstof pr. ha skal gennemføres med en miljøøkonomisk frem for en simpel normreduktion.

Figur C.5. Økonomisk fordel (kr. pr. ha) ved en miljøøkonomisk frem for en simpel normreduktion ved en udeledning på 12 kg N pr. ha, med brug af hhv. 28 og 38 % udtagning, fordelt på 6.000 bedrifter.



Det fremgår af nedenstående figur (Figur C.6), at den valgte regulering har stor betydning for værdien (skyggeprisen) af de tildelte kvælstofkvoter. Der er i alle tilfælde en stor variation i værdien af kvoten fra bedrift til bedrift, men den gennemsnitlige kvotepris er lavere ved en miljøøkonomisk regulering (11,9 kr. pr. kg N) end med en simpel normreduktion (16,3 kr. pr. kg N). Ved en miljøøkonomisk normreduktion øges spredningen i kvoteværdien fra 3,1 til 6,2 kr. pr. kg N.

Figur C.6. Kvoteværdi (kr. pr. kg N) ved en simpel (RED) og en miljøøkonomisk (MJØ) normreduktion med hhv. 28 og 38 % udtagning ved en udledning på 12 kg kvælstof, fordelt på bedrifter.



For de 25 % af bedrifterne, der vil opleve den højeste værdi af kvælstofkvoten (på mere end 15 kr. pr. kg N), har det ikke den store betydning for kvoteværdien, om reguleringen foretages med en simpel eller en

miljøøkonomisk normreduktion. I den modsatte ende af spektret vil de 40 % af bedrifterne, der har de laveste kvoteværdier, opnå en kvotepris der er mindst 10 kr. lavere pr. kg kvote med en miljøøkonomisk normreduktion frem for en simpel normreduktion.

En simpel normreduktion giver således et større, samlet incitament til at udnytte og fremskaffe kvælstof, også uden om kvotesystemet, mens en miljøøkonomisk normreduktion giver et mindre incitament til omgåelse af kvotesystemet, men et større incitament til en uønsket omfordeling af kvælstof på tværs af bedrifter og delvandoplande.